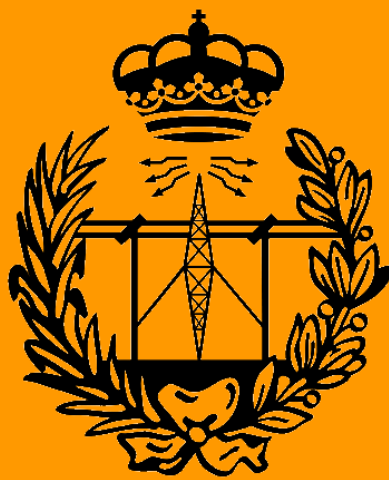


E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Instalación y puesta en marcha de un radioenlace para la realización de unas prácticas en el Grado de Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación



Grado en Ingeniería
en tecnologías de Telecomunicación

Trabajo Fin de Grado

Autor: Diego Chocarro Álvarez

Director: Jorge Teniente Vallinas

Pamplona, junio 2021

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Agradecimientos

A mi familia por el ánimo que me han dado durante toda mi carrera.

A mi tutor que me ha estado ayudando en el transcurso de este proyecto.

A mis compañeros y amigos del grado, por el apoyo que me han prestado y por la paciencia que han tenido conmigo.

Palabras clave

Radioenlace – 38 GHz – 23 GHz – Nokia Siemens – Flexipacket Commissioning Tool – Antenas – Pasivo – Prácticas – ODU – IDU – Equipo de fuerza – Universidad Pública de Navarra – Laboratorio Luis Mercader - Laboratorio de Antenas y Microondas

Resumen

En este trabajo de fin de estudios se ha instalado un radioenlace en la banda Ka, 38GHz, en la Universidad Pública de Navarra con la complejidad de tener un pasivo en medio. Los equipos del radioenlace están ubicados en el laboratorio Luis Mercader de antenas y microondas, las antenas están en el tejado del edificio de Los Tejos y el pasivo está ubicado en el mismo tejado que las antenas, aunque la idea principal era que estuviese en la torre de al lado del edificio Jerónimo de Ayanz. El pasivo se moverá a dicha torre en un futuro.

También se ha hecho una guía de prácticas para que los estudiantes puedan observar las características básicas de los radioenlaces, así como ATPC, ACM, ancho de banda, etc.



IMAGEN 1 TEJADO DE LOS TEJOS CON LAS DOS ANTENAS

Índice

Agradecimientos	3
Palabras clave	4
Resumen	5
Índice	6
Capítulo 1. Introducción	7
Capítulo 2. Estado del arte	9
Capítulo 3. El radioenlace	10
Diseño y replanteo	10
Preinstalación	14
Instalación.....	19
Capítulo 4. Propuesta de práctica	23
Capítulo 5. Conclusiones	29
Capítulo 6. Líneas futuras	30
Anexos	31
Anexo I. Equipos	31
Anexo II. Encendido de equipos.....	33
Anexo III. Instalación Java 6.....	34
Anexo IV. Instalación Flexipacket Commissioning Tool	35
Anexo V. Cambiar la IP desde cambiarIP.bat	37
Anexo VI. Conectarnos al equipo Nokia Siemens FPH 1200	39
Anexo VII. Conectarnos a una Radio de Nokia Siemens con Flexipacket.....	43
Anexo VIII. Configurar una radio	46
Anexo IX. Configurar el equipo Nokia Siemens FPH 1200.....	52
Anexo X. Añadir una ODU a la IDU	53
Índice de figuras	58
Imágenes	58
Tablas	59
Ecuaciones	59
Bibliografía.....	60

Capítulo 1. Introducción

El trabajo fin de estudios que aquí presento lo he planteado junto a las prácticas en empresa en IPAR Telecomunicaciones, la cual me ha dado todo el material y toda la formación necesaria para ejecutar este proyecto.

La idea de montar un radioenlace surgió cuando vi que los equipos de radioenlaces que se dejaban de usar se achataraban cuando podían seguir funcionando en otros lugares del mundo. Es por esto por lo que se me ocurrió montar un pequeño radioenlace para que todos los estudiantes, sobre todo los del grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, pudiesen ver cómo era un equipamiento de radioenlace: cómo eran los equipos rectificadores de corriente, las ODU, las IDU, las antenas, etc. Quería mostrar cómo era, de primera mano, una instalación de un radioenlace.

Lo primero de todo fue conseguir que los equipos antiguos funcionasen ya que, al haber estado configurados para funcionar en la red de una operadora, tenía que ver con qué configuraciones se habían quedado y ver cómo lo tenía que configurar.

Después de conseguir esta configuración, fui a la Universidad Pública de Navarra para elegir un sitio donde colocar las antenas y los equipos. En un principio se pensó poner dos extremos diferentes para la realización de la instalación y usar el tejado de los Tejos y el tejado de los Pinos para colocar allí las antenas. Se descartó esta idea por dos motivos:

1. Detrás de la línea de visión del enlace Tejos - Pinos se encontraba la Higa de Monreal, la cual posee un centro importante de telecomunicaciones y no se quería interferir.
2. Habría que tener los equipos separados por lo que no sería cómodo para la realización de las prácticas que tenía en mente.

Al final se decidió poner las antenas en el mismo tejado de los Tejos y, para no apuntar las antenas directamente entre sí, se decidió que la señal se reflejase en un pasivo que se colocaría en la torre que hay en Jerónimo de Ayanz. Esta pequeña torre está a unos 115 metros de distancia del tejado y detrás de esta no hay ningún edificio ni torre de telecomunicaciones a la que la radiación pueda molestar, por lo que esta posición del pasivo es perfecta. Después de hacer la instalación de las antenas, se cambió de lugar el pasivo y se puso en el mismo tejado de los Tejos para tener el pasivo instalado y probar el radioenlace, aunque en un futuro cercano se va a instalar en la torre que originalmente se dijo.

Para los equipos se eligió el laboratorio Luis Mercader de antenas y microondas, situado en la planta baja del edificio de los Tejos.

Los anexos de este trabajo son, fundamentalmente, instrucciones básicas para la instalación y configuración de estos equipos. Es por ello por lo que, en caso de una posible desconfiguración accidental, cualquiera pueda volver a reconfigurarlo. Las licencias instaladas en los equipos no se pueden volver a instalar por lo que la pérdida de estas puede llevar al no funcionamiento del radioenlace.

Capítulo 2. Estado del arte

Un radioenlace, según la Real Academia Española, es la conexión entre dos puntos mediante ondas electromagnéticas. [1]

En los últimos años hemos visto como los avances tecnológicos nos han acechado de lleno en nuestra sociedad. Ahora no somos capaces de vivir en un mundo sin televisión, sin móvil, sin el ordenador o incluso sin internet.

Los radioenlaces nos rodean en nuestro día a día. Son más comunes de lo que creemos y dependemos mucho de ellos. Cuando vas por la carretera y ves una torre, estate seguro de que allí hay un radioenlace. Hoy en día, los radioenlaces están siendo sustituidos por la fibra óptica debido a su gran capacidad de ancho de banda y a su fiabilidad. Pero el gran problema de la fibra óptica es que hay que ponerla en todo su trayecto y esto es un gran coste en infraestructura. Ahí es donde los radioenlaces ganan: solo se necesitan poner en los extremos del enlace.

Las complicaciones de los radioenlaces residen en su diseño, planificación, instalación, gestión y mantenimiento. Los cálculos teóricos para ver si un enlace es viable o no, se hacen ya por ordenador y son automáticos. A pesar de esta automatización siempre es necesario comprobar estos datos en campo y ver, por ejemplo, que no haya crecido un bosque entre las torres.

Las velocidades que normalmente se usan en los radioenlaces no llegan al Gigabit de capacidad sin usar doble polarización con unas frecuencias que llegan hasta los 38 GHz. Las velocidades suelen llegar hasta los 700 Megabit. Hoy en día ya se pueden alcanzar en la teoría radioenlaces de 10 Gbps Full Dúplex con la banda de frecuencia E Band, 70-80 GHz, aunque estas frecuencias se están empezando a instalar paulatinamente. Un radioenlace de 80 GHz con un ancho de banda de 125 MHz y 128 QAM es capaz de llegar a los 650 Mbps y un radioenlace de 23 GHz con un ancho de banda de 56 MHz y 512 QAM alcanza los 410 Mbps.

Capítulo 3. El radioenlace

Para la instalación de un radioenlace hay que tener en cuenta el lugar de origen y destino, su topografía, distancia, velocidad deseada, etc. Siempre hay que hacer un replanteo en los lugares de origen y destino. Este replanteo suele contener:

- Lugar de origen y destino.
- Coordenadas en latitud y longitud.
- Propietario del sitio.
- Tipo de llave para entrar en el emplazamiento.
- Si es Urbano o Rural.
- Algún tipo de dificultad para instalar las antenas.
- Tipo de torre.
- Diámetro de las antenas.
- Altura de las antenas.
- Cómo se hará el trabajo.
- Fotos del estado de la torre.
- Equipamiento interior y exterior.
- Cableado.
- Etc.

Para el cálculo del diseño se ha utilizado como base lo establecido en las diapositivas del tema 3 de la asignatura de Fundamentos de redes inalámbricas del grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación de la Universidad Pública de Navarra. [\[2\]](#)

Diseño y replanteo

Se hizo un pequeño diseño del radioenlace para después ver si con el replanteo que veremos a continuación era viable. Primero se fue al tejado de los Tejos para ver dónde y cómo se podía instalar el radioenlace, es decir, si se ponían las dos antenas en distinto o en el mismo edificio. Al final se llegó a la conclusión de que lo más cómodo y lo más viable era poner las antenas en el mismo edificio y, para que estas no se apuntaran directamente, se pondría un pasivo entre las dos antenas que estaría instalado en la torre cerca del edificio de Jerónimo de Ayanz. Así se llegó al siguiente esquema del radioenlace:



IMAGEN 2 RADIOENLACE VISTO DESDE EL GOOGLE EARTH

Al tener un pasivo en nuestro camino, es necesario saber si el pasivo se encuentra en reflexión o en difracción. Si se cumple la siguiente condición entonces se estará en reflexión.

$$\Delta\theta \geq \Delta\theta_{-3dB}$$

ECUACIÓN 1 CONDICIÓN DE REFLEXIÓN

Donde:

$$\Delta\theta = 2 \cdot \arctg\left(\frac{r}{d}\right) ^{\circ}$$

ECUACIÓN 2 HAZ DEL PASIVO

- r = radio del pasivo
- d = distancia entre pasivo y antena

$$\Delta\theta_{-3dB} = \sqrt{\frac{4\pi}{D} \frac{180}{\pi}} ^{\circ}$$

ECUACIÓN 3 HAZ DE LA ANTENA

- D = directividad de la antena

Sustituyendo por los valores:

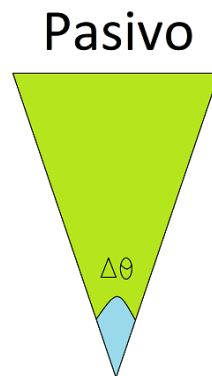
- r = 0.1m
- d = 115 m

- $D = 44.5 \text{ dB}$

Sale que:

- $\Delta\theta = 0.01^\circ$
- $\Delta\theta_{-3\text{dB}} = 1.21^\circ$

No se cumple la condición de la Ecuación 1 por lo que el radioenlace está en difracción.



Antena

IMAGEN 3 HAZ DEL PASIVO

Ahora hay que calcular si el pasivo se encuentra en campo cercano o lejano donde, si se cumple la siguiente condición, nos encontraremos en campo lejano.

$$d > \frac{2(D)^2}{\lambda} = \frac{4A_{\text{Eff}}}{\lambda}$$

ECUACIÓN 4 CONDICIÓN DE CAMPO LEJANO

Donde:

- D = Diámetro
- d = distancia entre el pasivo y la antena
- A_{eff} = área efectiva del pasivo
- λ = longitud de onda a frecuencia de 38 GHz

El A_{eff} es igual a:

$$A_{\text{eff}} = A_f \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

ECUACIÓN 5 CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

Donde:

- A_f = área física del pasivo
- α = ángulo que tiene el pasivo con las antenas.

Para calcular el ángulo entre las antenas y el pasivo, utilizamos el teorema del coseno:

$$A = \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}\right)$$

ECUACIÓN 6 TEOREMA DEL COSENO

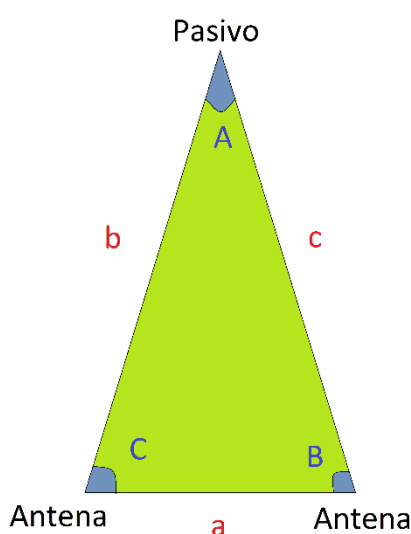


IMAGEN 4 ESQUEMA DEL CÁLCULO DEL ÁNGULO DEL PASIVO RESPECTO LAS ANTENAS

Sustituyendo en la Ecuación 6 con los datos $b=115$ m, $c=115$ m y $a = 4$ m sale aproximadamente 2° . Este valor nos servirá para obtener A_{eff} con la Ecuación 5 para finalmente calcular, con la Ecuación 4, la condición de campo lejano:

- $d = 115$ m
- $\frac{4A_{eff}}{\lambda} = 35$ m

Nos sale que nos encontramos en campo lejano. Sin embargo, también se tiene que calcular si las antenas están en campo cercano o lejano, por lo que aplicamos la Ecuación 4 y sale con $D = 0.6$ m:

- $\frac{2(D)^2}{\lambda} = 91.5$

Las antenas también están en campo lejano.

Con esto planteado, se propuso hacer un cálculo de la atenuación para medir, con el pasivo de por medio, qué potencia se recibiría. Para este cálculo se hizo un pequeño programa en Matlab el cual tiene de entrada la frecuencia, las ganancias de las antenas, el diámetro del pasivo, el ángulo que forma el pasivo con las antenas y las distancias antena-pasivo. Este programa también calcula la atenuación por gases, por lluvia, etc. Sin embargo, para este radioenlace no lo tendremos en cuenta ya que el enlace no es largo. Ahora, sustituyendo en nuestro programa de Matlab los datos:

- $d1 = 115 \text{ m}$
- $d2 = 115 \text{ m}$
- frecuencia = $38\text{e}9 \text{ Hz}$
- $P_t = 13 \text{ dBm}$
- $G1 = 44.5 \text{ dB}$
- $G2 = 44.5 \text{ dB}$
- Diámetro = 0.2 m
- $\text{Alpha} = 2^\circ$

El resultado de la potencia recibida es de -33 dBm el cuál es un valor bueno y esperable debido a la longitud del radioenlace. También se tuvo en cuenta que se puede cometer algún error en el apuntamiento de las antenas y el pasivo. El pasivo posee un ancho de haz de 2.5° , por lo que si se comete 1° de error se perderían casi 6 dB , 3 dB por cada dirección. Con estos cálculos se da por viable el enlace y se procederá a su preinstalación, es decir, se prepararán los equipos necesarios para su instalación.

Preinstalación

Los materiales utilizados para la preinstalación fueron los siguientes:

- Dos IDU
- Dos ODU
- Dos antenas
- Un Power Injector
- Cable UTP mínimo de cat. 5e
- Un equipo de fuerza
- Un rack

El equipo de fuerza mostrado en la *Imagen 5* consta de 4 rectificadores y de 10 fusibles. 3 de estos fusibles se conectaron a los 3 equipos necesarios para nuestro radioenlace.

- F7: Power Injector
- F8: Nokia Siemens FPH 1200 (A)

- F9: Nokia Siemens FPH 1200 (B)

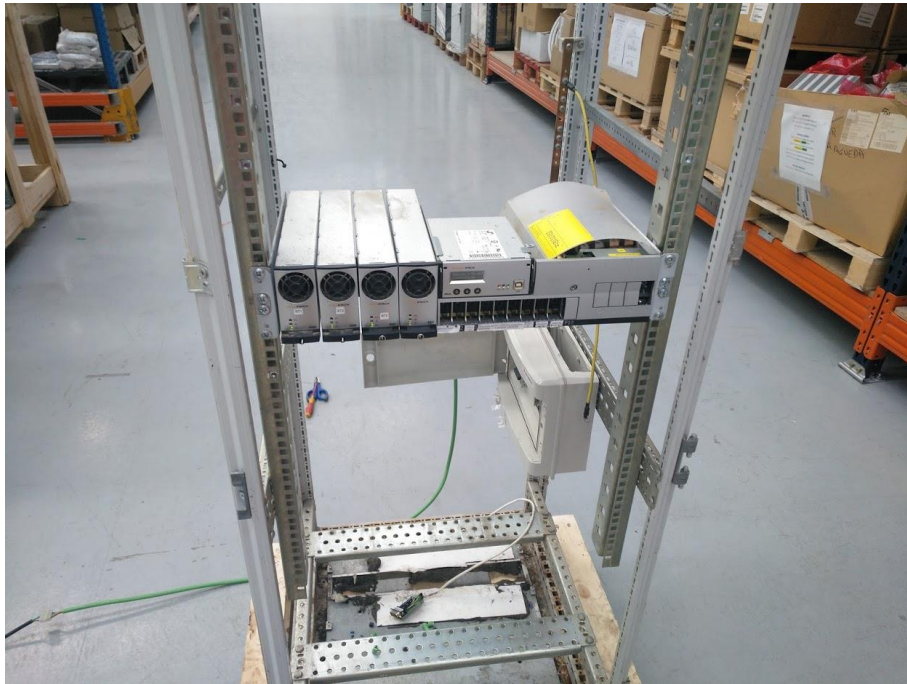


IMAGEN 5 EQUIPO DE FUERZA

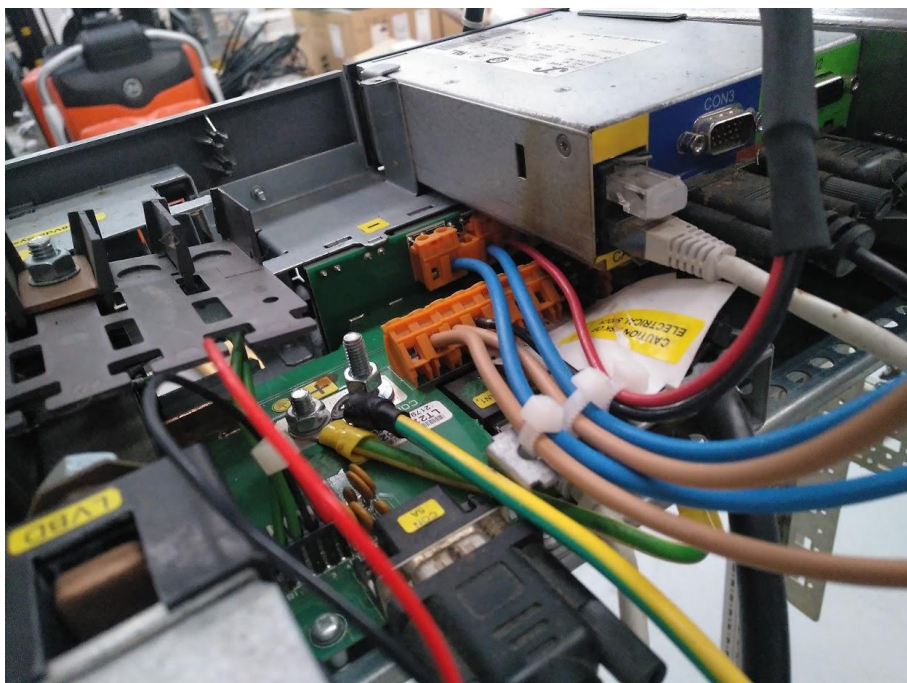


IMAGEN 6 CABLEADO DEL EQUIPO DE FUERZA

Los equipos van alimentados a -48V en corriente continua. Como se observa en la Imagen 6, el cable azul y rojo es el negativo y el cable marrón y negro es el positivo.

Todo el equipo se puso a tierra junto con el rack. Esta tierra viene dada por la tierra del enchufe al que se conectó.

La configuración de las radios se encuentra en el [Anexo VIII](#). Se prepararon las dos ODU de la siguiente manera:

- IP ODU High 10.39.240.42/28
- IP ODU Low 10.39.240.41/28
- Default Gateway 10.39.240.33
- Tx Frequency ODU High 392422000 KHz
- Tx Frequency ODU Low 37982000 KHz
- Rx Frequency ODU High 37982000 KHz
- Rx Frequency ODU Low 392422000 KHz
- Channel Bandwidth 28 MHz

Para configurar los equipos de Nokia Siemens 1200 ir al [Anexo IX](#). Se prepararon los equipos de la siguiente manera:

- IP IDU A 10.39.240.40/28
- IP IDU B 10.39.240.43/28
- Default Gateway 10.39.240.33

Estas configuraciones se hicieron, en la nave de IPAR y, posteriormente, se acabaron de preparar en el laboratorio de antenas y microondas de la universidad.



IMAGEN 7 EQUIPAMIENTO EN EL LABORATORIO

El mismo día que se realizó la configuración de los equipos se buscó un sitio en el tejado para poner las antenas y se tomaron las medidas del cable UTP para que llegasen desde las antenas hasta el rack en el laboratorio. Una de las antenas se pondría en un poste existente y en la otra antena se necesitaría poner un soporte en la pared. La radio con la IP acabada en 41 se pondría en el poste existente la cual llamaremos a partir de ahora A, y la otra radio, B, en el nuevo poste.



IMAGEN 8 LUGAR DE INSTALACIÓN DEL NUEVO SOPORTE

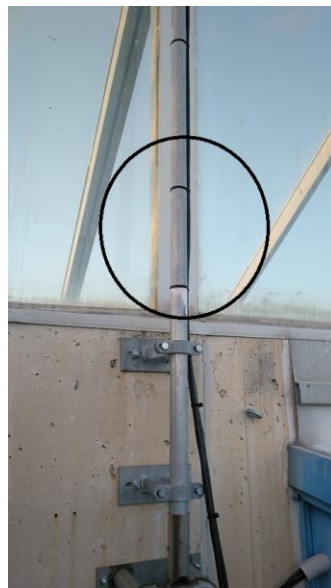


IMAGEN 9 LUGAR DE INSTALACIÓN DE UNA ANTENA

La longitud del cable medido fue de 60 metros para cada antena, es decir, 120 metros de cable en total. Se escogió cable de cat. 6.

Las radios poseen un conector especial de cable UTP por lo que fue necesario preparar este conector en el laboratorio para tenerlo a punto y así no tener que hacerlo en el tejado. La otra punta del cable se dejó sin preparar el conector RJ45 para facilitar la instalación del cableado.



IMAGEN 10 CONECTOR MACHO DEL CABLE UTP



IMAGEN 11 CONECTOR HEMBRA DE LA RADIO

Instalación

Con todos los equipos configurados y listos en la universidad y con el cable ya preparado, se procedió a la instalación del radioenlace. Lo primero que se hizo fue echar el cable desde la posición en la que iban a estar las antenas hasta el laboratorio. Esto se hizo con dos trabajadores de mantenimiento de la universidad que también pusieron el soporte de una de las antenas. En la *Imagen 12* se puede observar parte del recorrido del cableado.



IMAGEN 12 PARTE DEL RECORRIDO DEL CABLEADO

Una vez se echó el cable hasta el laboratorio, se procedió a poner las antenas junto con sus radios. En primera instancia, las antenas se dejaron sin orientar y se fue al laboratorio a preparar el conector RJ45 para conectarlo al Power Injector y ver si el cable había sufrido algún daño durante su instalación. Los dos cables se probaron y se vio que una de las radios no se conectaba como debía. Se trataba de un pin del conector de la radio que se había salido. El problema se solucionó muy fácil: se colocó el pin en su sitio, se volvió a probar el cable y funcionó.



IMAGEN 13 ANTENA B INSTALADA

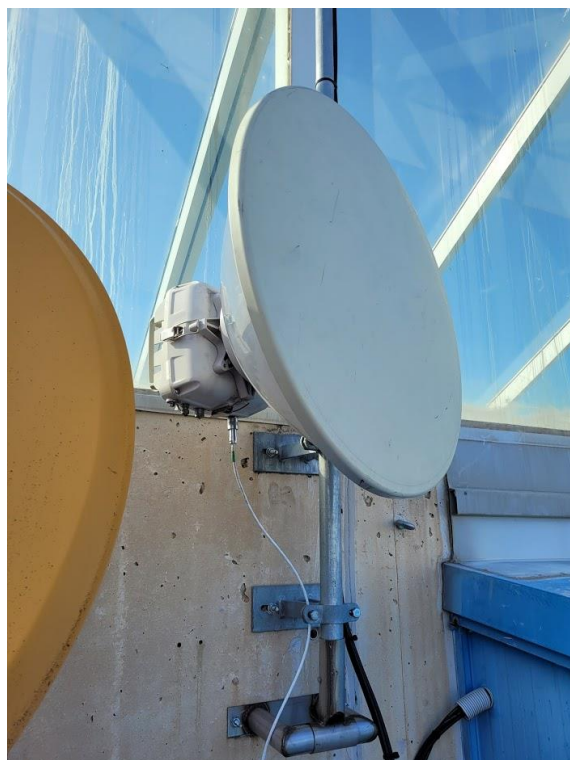


IMAGEN 14 ANTENA A INSTALADA

El conector externo de ambas radios se cubrió con cinta vulcanizante para protegerlo de las inclemencias del tiempo.

Con todo esto instalado, se propuso poner un pasivo distinto, de 0.6 m de lado, en el mismo tejado de los Tejos de manera provisional para ver el funcionamiento del radioenlace. Este pasivo se colocó a unos 7 metros de las antenas. Con el pasivo tan cerca nos encontramos con el fenómeno de reflexión ya que, con $\Delta\theta_{-3dB} = 1.21^\circ$ y $\Delta\theta = 4.9^\circ$, se cumple la condición de reflexión en la Ecuación 1. Es evidente de que el radioenlace va a funcionar y, al estar en reflexión, la distancia del radioenlace es igual a la distancia de las antenas al pasivo.

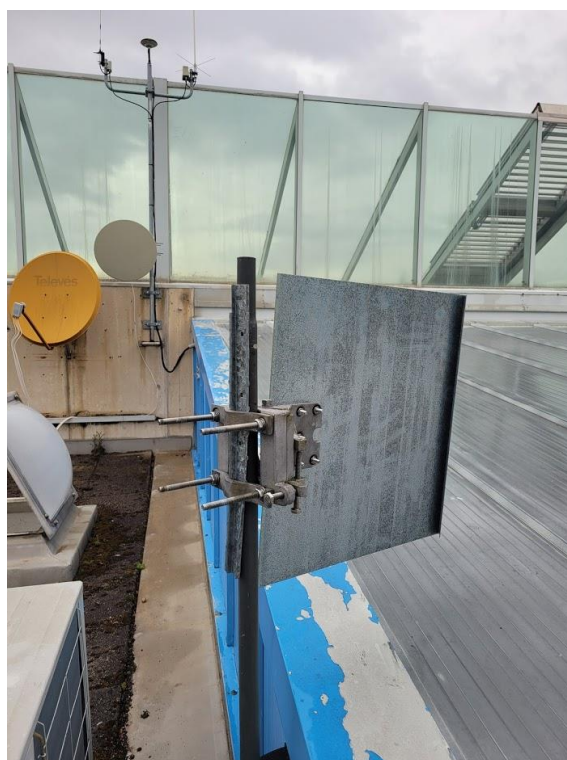


IMAGEN 15 PASIVO INSTALADO

Para orientar las antenas se usaron dos polímetros, uno en cada radio. En el polímetro cuanto mayor sea el voltaje absoluto mayor es el campo recibido por la antena. Las antenas se configuraron para emitir 0 dBm de potencia. Lo primero de todo fue calcular el ángulo de inclinación del pasivo. Con el teorema del coseno y sustituyendo las distancias entre las antenas sale un ángulo de unos 97° con la horizontal. Con esto calculado, se procedió a orientar la antena A.



IMAGEN 16 ANTENA B CON EL POLÍMETRO

Primero se cambió el azimut hasta llegar a su máximo absoluto en el multímetro. Luego se cambió la elevación hasta conseguir lo mismo, un máximo en el multímetro. Este método se usó después en el pasivo y por último en la otra antena y, para afinar aún más, se repitió el proceso hasta que se consiguió -4.12V. Con el radioenlace apuntado, los multímetros daban -4.12V lo que nos hizo pensar que las radios se estaban saturando. Cuando se fue al laboratorio se observó que las radios estaban recibiendo una potencia de -20 dBm por lo que se bajó la potencia a las radios a -9 dBm para no saturar los receptores.

Con las antenas y el pasivo orientados, se dio por acabada la instalación del radioenlace.

Cabe mencionar que todo el equipo de radio ha sido donado a la Universidad Pública de Navarra por IPAR Telecomunicaciones SL y ha tenido un coste de cero euros.

Capítulo 4. Propuesta de práctica

En la siguiente práctica vamos a observar el comportamiento de los sistemas ATPC y ACM de un radioenlace. Estos sistemas se usan para controlar la calidad del radioenlace cambiando la potencia de transmisión y su modulación.

ATPC (Automatic Transmit Power Control): El control automático de la potencia de transmisión opera siempre en el valor deseado para que la comunicación se mantenga estable. En caso de que haya desvanecimientos, el ATPC incrementará la potencia transmitida para que el enlace mantenga la comunicación al nivel deseado. Con esto somos capaces de ahorrar potencia transmitida asegurando la funcionalidad del radioenlace y con ello reducir, de paso, las interferencias con otros sistemas ya que el radioenlace funcionará con la mínima potencia necesaria para mantener sus prestaciones.

ACM (Adaptive Coding and Modulation): La adaptación de codificación y modulación adecua la modulación y codificación de la señal radio a las condiciones del radioenlace. Por ejemplo, si en un radioenlace la señal a ruido es muy baja, el ACM cambiará la modulación reduciéndola de nivel para poder mantener una calidad suficiente. Automáticamente incrementará el nivel de la modulación para ofrecer una mejor tasa de bits cuando la relación señal a ruido mejore.

Un radioenlace consta de varios equipos para su funcionamiento:

- Equipo de fuerza: Transforma la corriente alterna en -48V para el funcionamiento de los equipos en el rack.
- IDU (InDoor Unit): Es el equipo que se encarga de gestionar la ODU. La IDU se encuentra dentro del rack. Las IDU actuales y modernas se comunican con la ODU a través de un cable coaxial que lleva la FI (Frecuencia intermedia) y lleva también corriente continua (-48V) para el funcionamiento de la ODU. En nuestro caso la comunicación es un poco distinta pero la idea es la misma: nuestra IDU se comunica a la ODU con un cable ethernet el cual está alimentado por otro equipo que hace que el cable ethernet sea POE (Power Over Ethernet)
- ODU (OutDoor Unit): Este es el equipo de radiofrecuencia encargado de general las señales de alta frecuencia que van a ser transmitidas por el radioenlace y de recibirlas. También se le suele llamar mochila ya que va a la "espalda" de la antena. El ODU es, por tanto, el equipo que transmite y recibe la señal radio. Hay dos tipos de ODU: la High y la Low. La ODU High es la ODU que presenta la frecuencia alta de transmisión y, por ende, la frecuencia baja de recepción. La ODU

Low es la contraria, presenta la frecuencia baja de transmisión y la frecuencia alta de recepción.

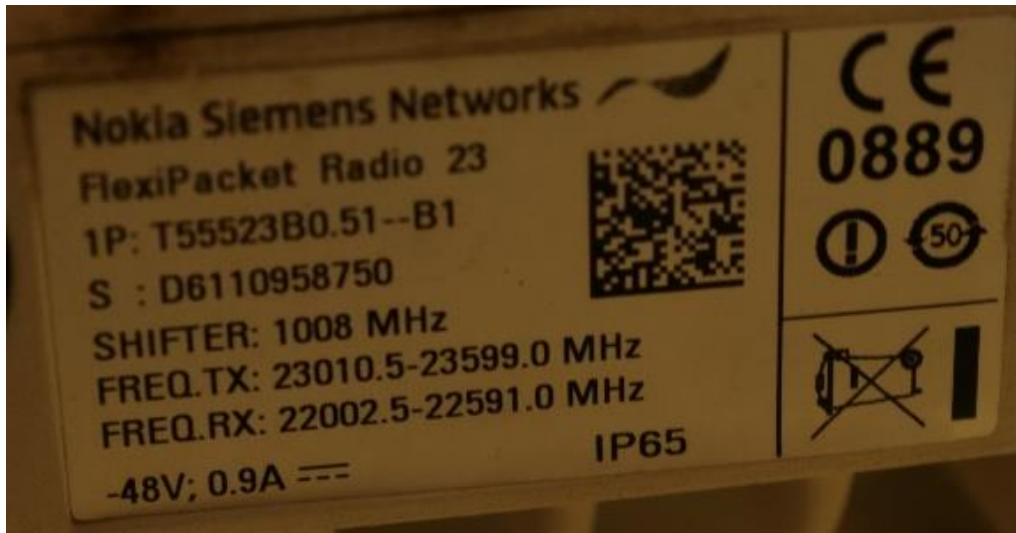


IMAGEN 17 PEGATINA DE UNA RADIO

Ahora el profesor mostrará a los estudiantes el comportamiento del radioenlace de 38 GHz instalado en el tejado de los Tejos, el cual posee un pasivo.

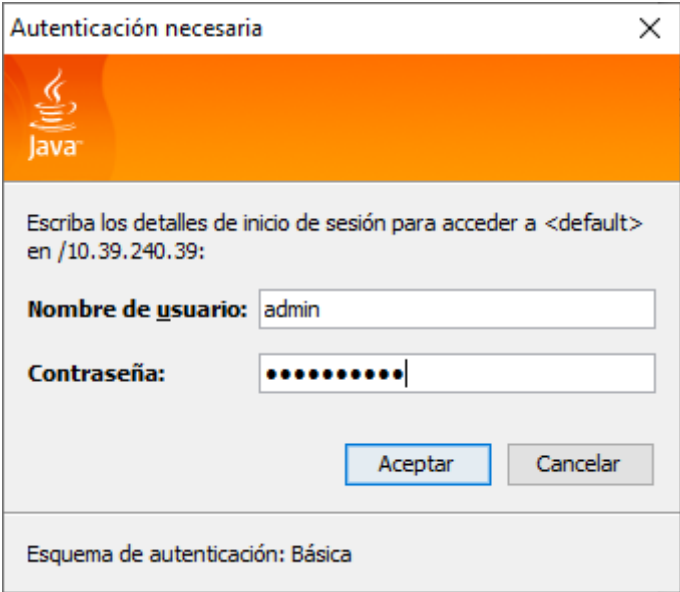
Vamos a estudiar estos casos:

- ATPC off y ACM off
- ATPC on y ACM off
- ATPC off y ACM on
- ATPC on y ACM on

¿Qué sucederá en cada uno de los casos cuando manipulemos el entorno?

Vamos a conectarnos a las radios de 23 GHz que están en el laboratorio. Para ello conectaremos nuestro ordenador al puerto 6 del equipo de Nokia Siemens 1200 A. Una vez hecho esto, nuestro ordenador debería de tener una dirección IP. Para conectarnos a una radio pondremos la IP 10.39.240.39 en el navegador para que se nos descargue un programa que se ejecuta con javaws. Este programa funciona solo con Java 6. Una vez ejecutado el programa iniciaremos sesión:

- Usuario: admin
- Contraseña: sysmanager



Autenticación necesaria

Escriba los detalles de inicio de sesión para acceder a <default> en /10.39.240.39:

Nombre de usuario: admin

Contraseña:

Aceptar Cancelar

Esquema de autenticación: Básica

IMAGEN 18 VENTANA DE INICIO DE SESIÓN

Una vez iniciada la sesión nos aparecerá la siguiente ventana en el ordenador:

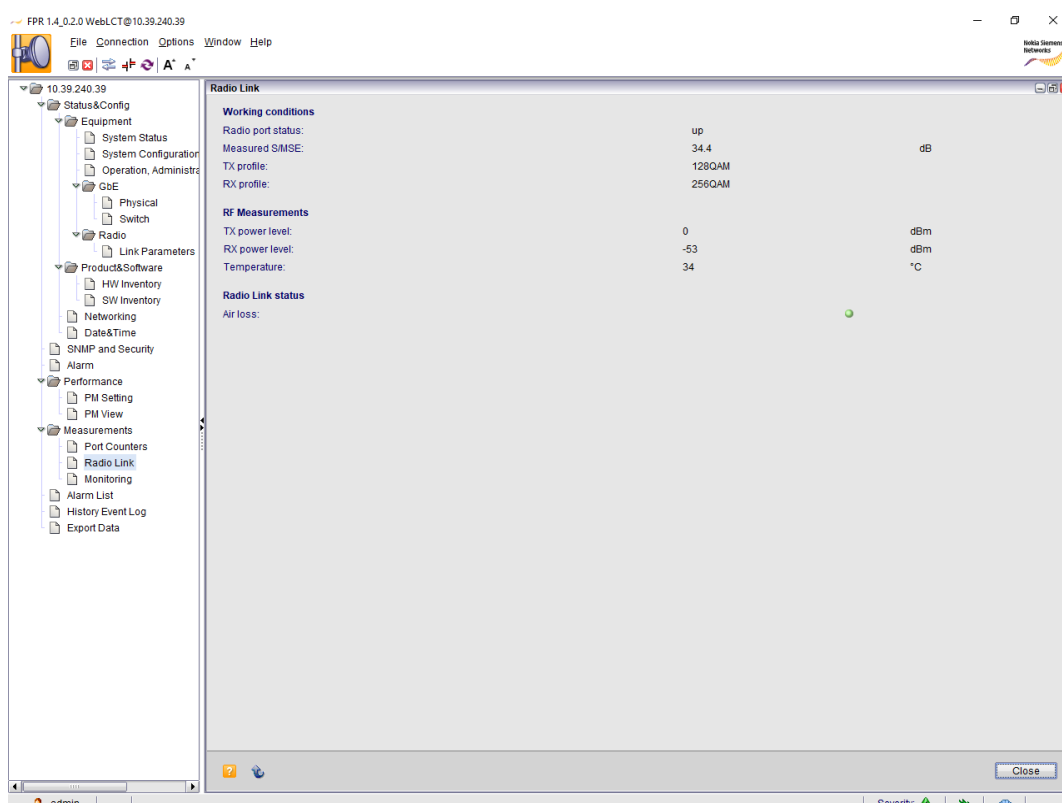


IMAGEN 19 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE UNA RADIO DE NOKIA SIEMENS

Ya estaríamos conectados dentro de una de las radios y podríamos ver las características del radioenlace pulsando en "Radio Link" dentro de la carpeta Measurements. Nos aparecen medidas como la relación señal a ruido, la potencia

de transmisión y la potencia recibida, tipo de modulación en transmisión y recepción. A veces esta modulación es distinta, ¿por qué puede ser?

Procederemos a conectarnos a la otra radio sin cambiar el ordenador de puerto, es decir, pondremos la IP 10.39.240.38 en el navegador.

Iremos a Status&Config/Equipment/Radio/Link Parameters

Importante: Mantener la mínima Max TX power para no saturar las radios.

En esta pestaña cambiaremos las opciones que antes hemos mencionado, el ACM y el ATPC. Cuando tengamos el ACM activo dejaremos la máxima y mínima modulación. Cuando el ATPC esté activado, cambiaremos la máxima TX power a su máximo valor y pondremos el Max RSL al valor que deseemos que reciba la radio opuesta.

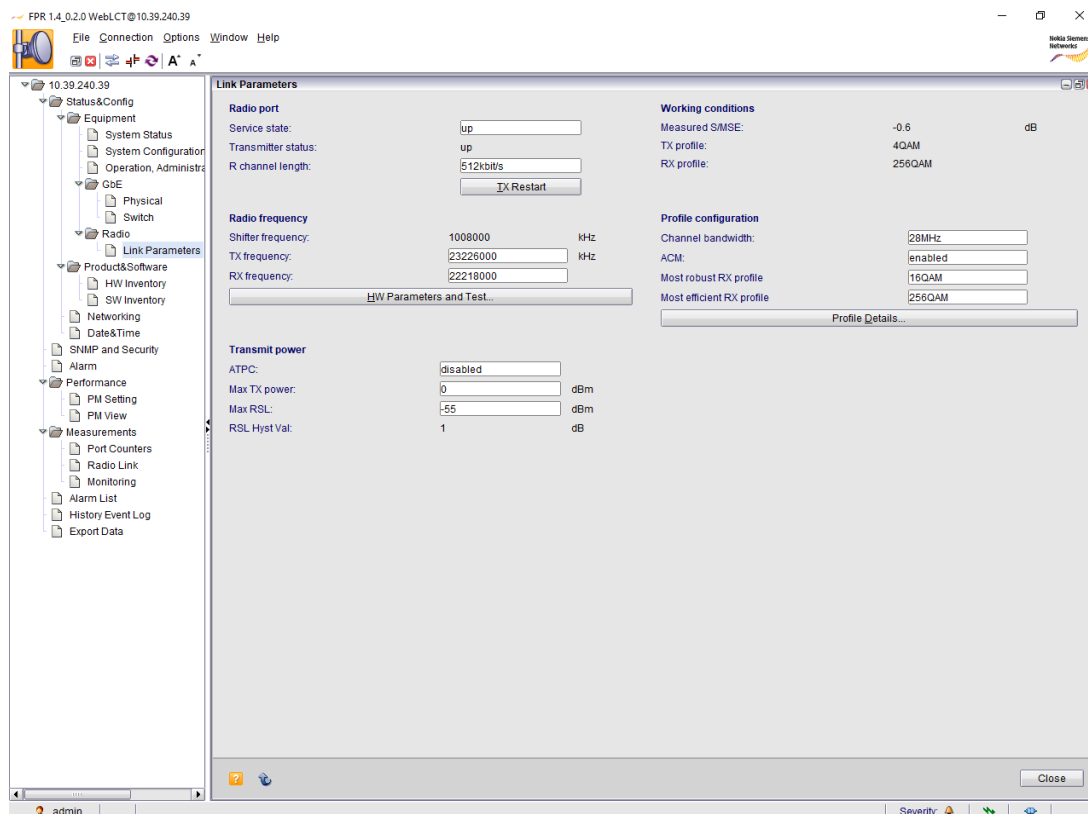


IMAGEN 20 LINK PARAMETERS

Apuntaremos los resultados y las conclusiones que se obtienen cuando las radios están alejadas unos 10 metros y se apuntan a 0°, 45°, 90°, 135° y 180°. Rellenaremos la siguiente tabla:

TABLA 1 TABLAS CON LOS RESULTADOS A RELLENAR

ATP off	ACM off	Pot TX	Pot RX	SNR
	0°			
	45°			
	90°			
	135°			
	180°			

ATP on	ACM off	Pot TX	Pot RX	SNR
	0°			
	45°			
	90°			
	135°			
	180°			

ATP off	ACM on	Pot TX	Pot RX	SNR
	0°			
	45°			
	90°			
	135°			
	180°			

ATP on	ACM on	Pot TX	Pot RX	SNR
	0°			
	45°			
	90°			
	135°			
	180°			

Una vez rellenada la tabla y habiendo sacado las conclusiones procederemos a hacer una prueba de velocidad. Conectaremos un ordenador al puerto 6 del equipo Nokia Siemens 1200 B e iniciaremos una prueba de velocidad con el ATPC y el ACM desactivado. Pondremos la máxima modulación y la potencia la pondremos a la mínima que nos deje para mantener la comunicación entre las radios: ¿Qué velocidad conseguimos si hacemos una prueba de velocidad? Ahora ponemos la mínima modulación. ¿Cuál es la velocidad ahora?

También se puede probar a cambiar el ancho de banda.

Capítulo 5. Conclusiones

Se ha realizado una instalación de un radioenlace en la Universidad Pública de Navarra para mostrar a los estudiantes del grado en ingeniería en tecnologías de telecomunicación, mediante la realización de una práctica en la asignatura de Fundamentos de redes inalámbricas impartida durante el tercer curso, las características básicas de un radioenlace.

La instalación de este radioenlace ha sido compleja ya que el diseño anterior a la instalación es extenso y complicado de ejecutar ya que ocupa mucho tiempo. Se ha visto cómo se hace un pequeño diseño y replanteo para la ejecución de una instalación básica. Además, para la instalación se ha requerido de más mano de obra por la complejidad de esta, tanto para la instalación del cable como para subir las antenas hasta su posición final.

En el diseño final las antenas y el pasivo se han instalado en el tejado de los Tejos para una mayor comodidad. Se han configurado los equipos para poder orientar las antenas sin tener ningún servicio en cuenta, es decir, sin discriminar ningún tipo de tráfico tal y como se hace en los radioenlaces instalados por las operadoras. Durante la instalación se ha visto la forma en la que se orientan las antenas teniendo un pasivo de por medio.

En cuanto a la práctica propuesta en este trabajo, se prevé que los estudiantes del grado visualicen los aspectos más generales de la comunicación en un radioenlace: frecuencia, ancho de banda, ATPC y ACM.

Capítulo 6. Líneas futuras

Lo primero de todo, se tendrá que poner el pasivo en la torre del edificio de Jerónimo de Ayanz para hacer el radioenlace más complejo y un poco más real. El rack que está en el laboratorio se tendría que cambiar para ocupar menos espacio ya que solo hay 4 equipos en funcionamiento. Si se quisiese añadir más radioenlaces se podría usar ese rack pero de momento se tendría que cambiar a uno más pequeño.

También se podría hacer un radioenlace real que apuntase a la Higa de Monreal, San Cristóbal o El Perdón y que una empresa externa lo instalase e hiciese el diseño del enlace.

Anexos

Anexo I. Equipos

Nokia Siemens FPH 1200 (IDU)



IMAGEN 21 NOKIA SIEMENS FPH 1200

El Nokia Siemens FPH 1200 es el equipo encargado de gestionar los servicios, VLAN, E1, velocidad, tráfico, etc., así como de comunicarse con las ODU. Consta de un ventilador, un módulo expandible, puertos Base X(transceivers) y base T(ethernet) y puertos E1. Los puertos E1 son para las comunicaciones de telefonía antigua, por lo que en este trabajo no se usan. El puerto OOB es el puerto de gestión local y el puerto 8 de ethernet es el de gestión de red.

Se alimenta con -48V.

Power Injector



IMAGEN 22 POWER INJECTOR

El Power Inyector es el equipo encargado de alimentar la radio a través del cable UTP. El puerto que saca tensión es el marcado con un texto que pone "ODU Cable". En este puerto no hay que conectar nada que no soporte PoE (Power over Ethernet) ya que el dispositivo conectado se podría romper. Consta de 4 pares de puertos "IDU Cable" y "ODU Cable" los cuales tienes dos indicadores luminosos para mostrar el estado del "ODU Cable":

- Rojo: problema en el cable.
- Verde: ningún problema en el cable.

Se alimenta con -48V.

Equipo de fuerza



IMAGEN 23 EQUIPO DE FUERZA

El equipo de fuerza utilizado en esta instalación es un Smart Pack. Este equipo es el encargado de rectificar la corriente alterna de 230V a -48V en corriente continua. Consta de:

- 4 rectificadores de los cuales solo se va a utilizar el primero y el segundo, los demás los dejaremos sin enchufar.
- Capacidad para 10 fusibles. Solo se van a usar el F7, F8 y F9 los cuales están conectados a los siguientes equipos:
 - F7: Power Injector
 - F8: Nokia Siemens FPH 1200 (B)
 - F9: Nokia Siemens FPH 1200 (A)
- Un controlador con pantalla y botones.

Lo demás para este trabajo no nos interesa

ODU



La ODU es el equipo de radiofrecuencia. Se encarga de transmitir y recibir las ondas de radio. Las radios poseen 3 puertos en el lateral: puerto de red y alimentación, puerto de alimentación y puerto de medición. Este último puerto sirve para orientar las antenas con la ayuda de un polímetro.

Anexo II. Encendido de equipos

Siempre hay que tener cuidado al manipular los equipos con tensión

1. Levantaremos el disyuntor de debajo del rack para encender el equipo de fuerza. Se encenderá el rectificador RT1 y RT2.



IMAGEN 24 DISYUNTOR



IMAGEN 25 EQUIPO DE FUERZA

2. Una vez encendido el rectificador, encenderemos los equipos. Para ello habrá que levantar los interruptores F7, F8 y F9 del rectificador.
 - F7: Power Injector
 - F8: Nokia Siemens 1200 B
 - F9: Nokia Siemens 1200 A
3. Cuando la luz "OK/FAIL" de los equipos de Nokia Siemens deja de parpadear significa que ya está encendido. El equipo Power Injector no tiene luz para ver si está encendido o apagado. Solo se enciende durante un instante al conectarlo.

Anexo III. Instalación Java 6

1. Ejecutamos el instalador jre-6u17-windows-i586.exe
2. Si queremos cambiar la carpeta de destino, marcamos la opción "Cambiar carpeta de destino". Luego pulsamos "Instalar".

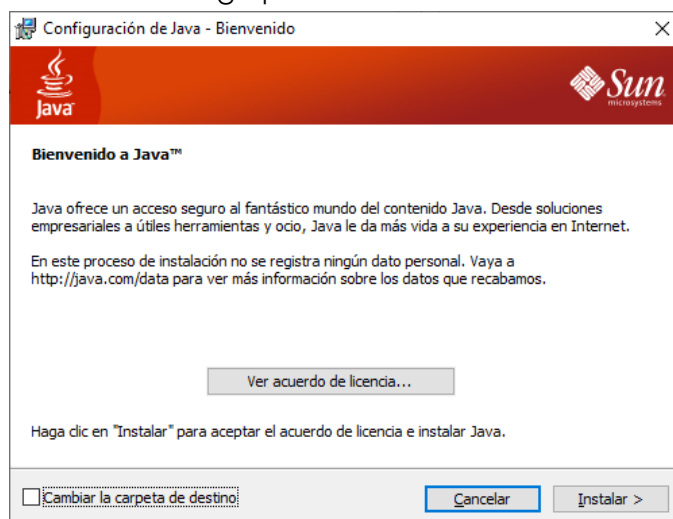


IMAGEN 26 PANTALLAZO VENTANA DE INSTALACIÓN DE JAVA 6

3. Una vez se instale Java 6, cerramos el instalador.

Anexo IV. Instalación Flexipacket Commissioning Tool

1. Ejecutamos el instalador FPCT_R1.3_1.0.0.exe.
2. En la primera ventana pulsamos "Next".

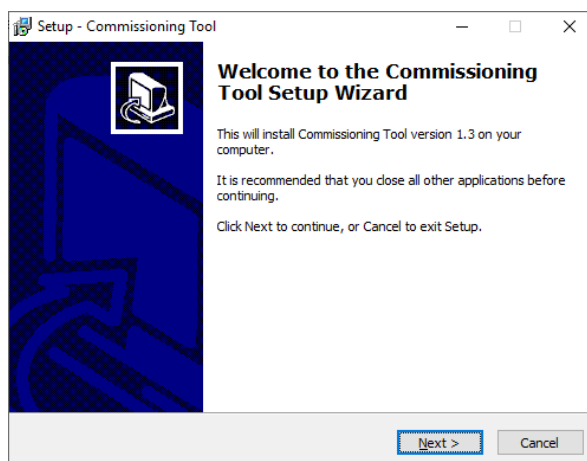


IMAGEN 27 PRIMERA VENTANA DEL INSTALADOR

3. Si queremos cambiar la carpeta de destino, pulsamos en "Browse...". Elegiremos la nueva carpeta de destino de la instalación y aceptaremos. Pulsamos "Next" para continuar.

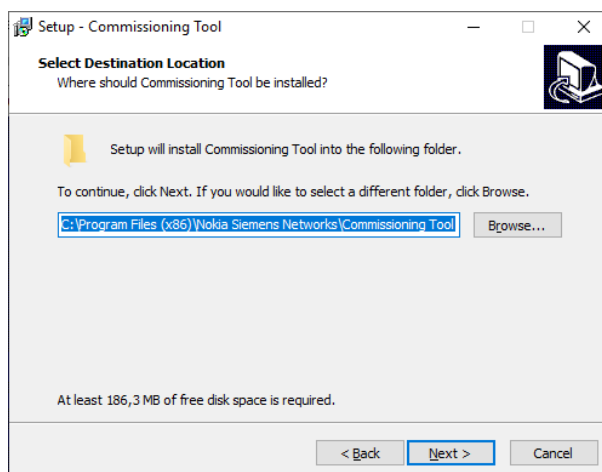


IMAGEN 28 VENTANA DE CAMBIO DE CARPETA DE DESTINO DEL COMMISSION TOOL

4. En la siguiente ventana pulsamos "Next".

5. Marcaremos la opción de "Create a desktop icon" para que se cree un acceso directo del programa en el escritorio. Nos servirá para ejecutar el programa desde ese icono sin movernos del escritorio de Windows. Pulsaremos "Next" para continuar.
6. Pulsaremos en "Install" para ejecutar la instalación del Flexipacket Commissioning Tool.
7. Una vez instalado no marcaremos la opción "Launch Commissioning Tool" para que no se ejecute el programa y acto seguido pulsaremos en "Finish" para salir del instalador.

Anexo V. Cambiar la IP desde cambiarIP.bat

1. Ejecutar el programa cambiarIP.bat
2. Escribiremos el adaptador que queremos seleccionar. Para esto nos fijaremos en este ejemplo:

"Adaptador de Ethernet Ethernet". Tendremos que escribir lo que está después de "Adaptador de Ethernet". En caso de que sea inalámbrica pondrá "Adaptador de LAN inalámbrica Wi-Fi". Habría que escribir solo "Wi-Fi" suprimiendo todo lo anterior.

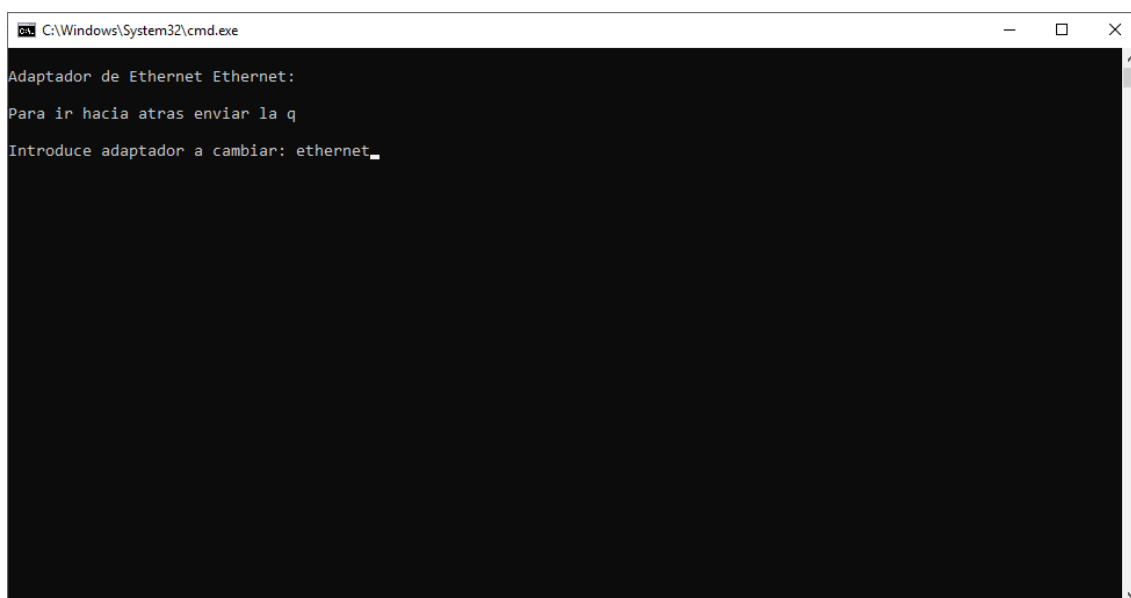


IMAGEN 29 VENTANA DE SELECCIÓN DEL ADAPTADOR DE RED

3. Nos aparecerá un menú para seleccionar qué IP queremos tener en el adaptador seleccionado anteriormente. Elegiremos el que necesitamos en cada caso. Para seleccionar hay que escribir el número y pulsar la tecla "Enter".

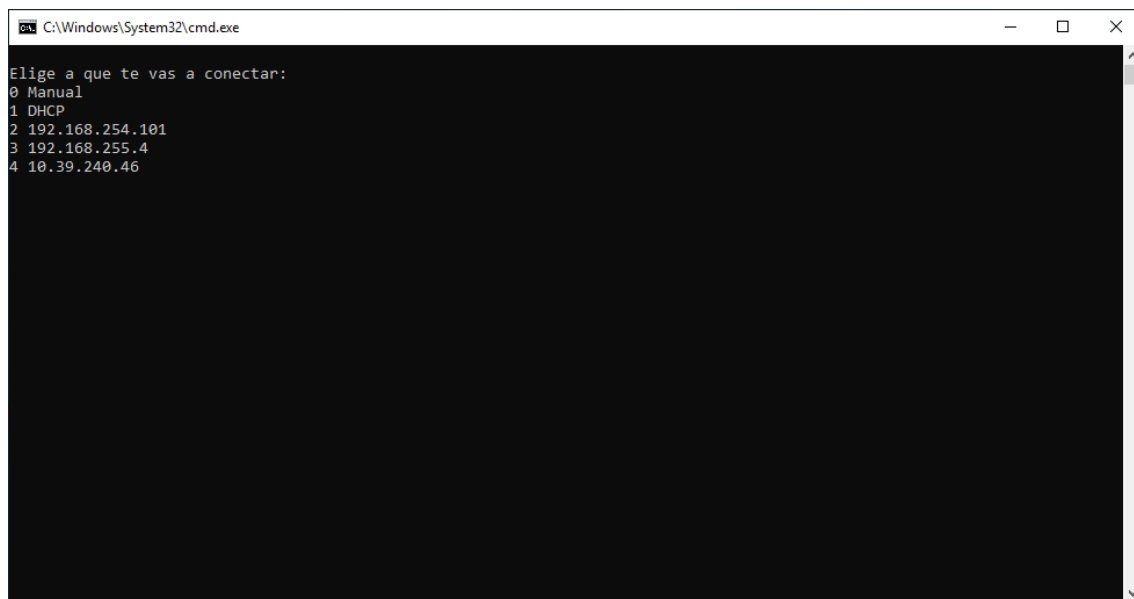


IMAGEN 30 VENTANA DEL MENU PARA SELECCIONAR LA IP DEL ADAPTADOR DE RED

4. Después pulsaremos cualquier tecla para salir del programa.

Anexo VI. Conectarnos al equipo Nokia Siemens FPH 1200

Necesario haber instalado el programa Flexipacket Commissioning Tool [Anexo IV](#)

Método 1

1. Conectaremos un cable UTP desde nuestro ordenador hasta el puerto "OOB" del equipo FPH 1200. Este puerto tiene la IP 192.168.254.100/24 por lo que nuestro ordenador deberá de estar en su rango de IP. En el [Anexo V](#) seleccionaremos el 2: 192.168.254.101.



IMAGEN 31 NOKIA SIEMENS FPH 1200

2. En el escritorio estará "Run CT", que es el acceso directo al programa "Flexipacket Commissioning Tool". Lo ejecutamos.
3. Esperamos a que inicie y nos salga esta ventana:

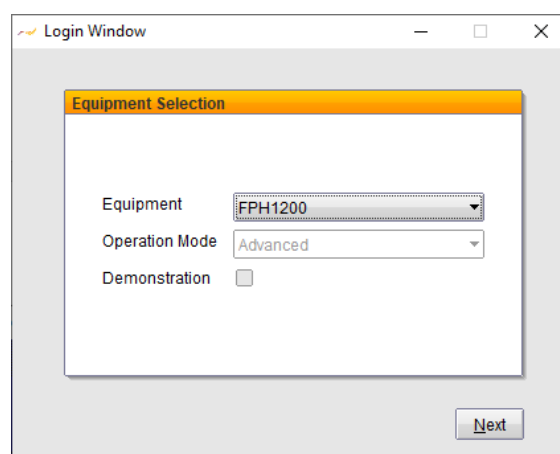
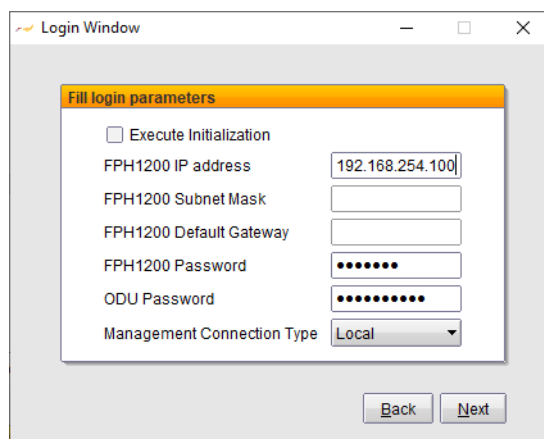


IMAGEN 32 VENTANA DE SELECCIÓN DEL EQUIPO

Nos aseguraremos de que el "Equipment" está en FPH1200. Pulsamos en "Next".

4. En la siguiente ventana pondremos la IP 192.168.254.100. Todo lo demás lo dejamos como está.



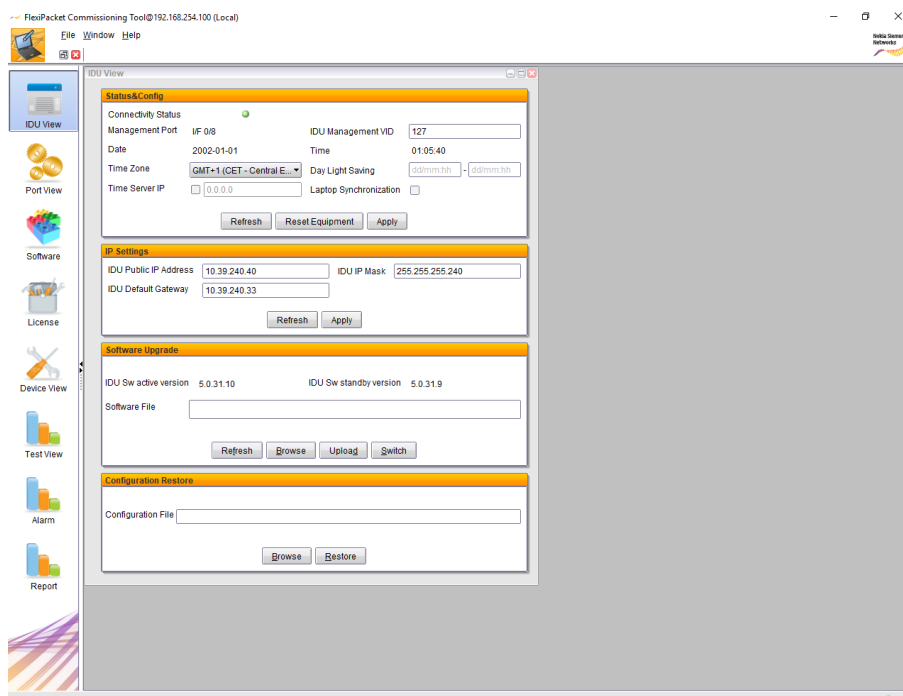
The image shows a 'Login Window' dialog box with a title bar containing a small icon, a minus button, a maximize button, and a close button. The main area is titled 'Fill login parameters' and contains the following fields and controls:

- ☐ Execute Initialization
- FPH1200 IP address: 192.168.254.100
- FPH1200 Subnet Mask: (empty field)
- FPH1200 Default Gateway: (empty field)
- FPH1200 Password: (password field with 7 dots)
- ODU Password: (password field with 7 dots)
- Management Connection Type: Local (dropdown menu)

At the bottom right, there are two buttons: 'Back' and 'Next'.

IMAGEN 33 VENTANA DE SELECCIÓN DE LA IP DEL EQUIPO

5. En la siguiente ventana desmarcaremos la opción "Add PC IP address" y pulsaremos en "Connect". Nos aparecerá una alerta de seguridad de Windows Defender en la que permitiremos el acceso al programa para que se comunique en todas las redes.
6. Si todo ha salido bien, deberíamos de ver la siguiente ventana:



The image shows the main window of the 'FPH1200 Commissioning Tool'. The title bar reads 'FPH1200 Commissioning Tool@192.168.254.100 (Local)'. The menu bar includes 'File', 'Window', and 'Help'. On the left, there is a vertical toolbar with icons for 'IDU View', 'Port View', 'Software', 'License', 'Device View', 'Test View', 'Alarm', and 'Report'. The main area is divided into several sections:

- Status & Config:** Contains fields for 'Connectivity Status' (green dot), 'Management Port' (IP 0/8), 'IDU Management VID' (127), 'Date' (2002-01-01), 'Time' (01:05:40), 'Time Zone' (GMT+1 (CET - Central E...)), 'Day Light Saving' (ddmm:hh - ddmm:hh), 'Time Server IP' (0.0.0.0), and 'Laptop Synchronization' (checkbox). Buttons: 'Refresh', 'Reset Equipment', 'Apply'.
- IP Settings:** Contains fields for 'IDU Public IP Address' (10.39.240.40), 'IDU IP Mask' (255.255.255.240), and 'IDU Default Gateway' (10.39.240.33). Buttons: 'Refresh', 'Apply'.
- Software Upgrade:** Contains fields for 'IDU Sw active version' (5.0.31.10), 'IDU Sw standby version' (5.0.31.9), and 'Software File'. Buttons: 'Refresh', 'Browse', 'Upload', 'Switch'.
- Configuration Restore:** Contains a field for 'Configuration File'. Buttons: 'Browse', 'Restore'.

IMAGEN 34 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

Método 2

Necesario saber la IP del equipo Nokia Siemens FPH 1200

Conectaremos un cable UTP desde nuestro ordenador hasta el puerto 8 del equipo FPH 1200. Sabiendo la IP del equipo, seleccionaremos una IP en el ordenador para que esté en su rango. En el [Anexo V](#) podemos seleccionar la 4ª opción: 10.39.240.46.



IMAGEN 35 NOKIA SIEMENS FPH 1200

1. En el escritorio estará "Run CT", que es el acceso directo al programa "Flexipacket Commissioning Tool". Lo ejecutamos.
2. Esperamos a que inicie y nos salga esta ventana:

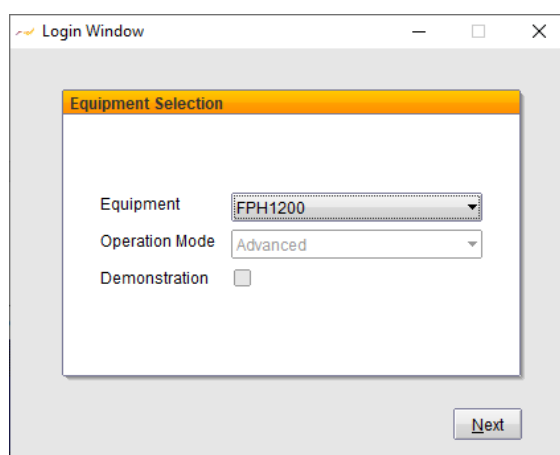


IMAGEN 36 VENTANA DE SELECCIÓN DE EQUIPO

Nos aseguraremos de que el "Equipment" está en FPH1200. Pulsamos en "Next".

3. En la siguiente ventana pondremos la IP del equipo. Todo lo demás lo dejamos como está.

The 'Login Window' dialog box contains a section titled 'Fill login parameters'. It includes the following fields and controls:

- ☐ Execute Initialization
- FPH1200 IP address: 10.39.240.40
- FPH1200 Subnet Mask: [empty field]
- FPH1200 Default Gateway: [empty field]
- FPH1200 Password: [masked with dots]
- ODU Password: [masked with dots]
- Management Connection Type: Local (dropdown menu)

At the bottom, there are 'Back' and 'Next' buttons.

IMAGEN 37 VENTANA DE SELECCIÓN DE LA IP DEL EQUIPO

4. En la siguiente ventana desmarcaremos la opción "Add PC IP address" y pulsaremos en "Connect". Nos aparecerá una alerta de seguridad de Windows Defender en la que permitiremos el acceso al programa para que se comunique en todas las redes.
5. Si todo ha salido bien, deberíamos de ver la siguiente ventana:

The 'IDU View' window displays the configuration for the equipment. It includes a sidebar with navigation icons and a main content area with several sections:

- Status&Config:**
 - Connectivity Status: [green checkmark]
 - Management Port: IF 0/8
 - IDU Management VID: 127
 - Date: 2002-01-01
 - Time: 01:21:30
 - Time Zone: GMT+1 (CET - Central E.)
 - Day Light Saving: [empty field]
 - Time Server IP: 0.0.0.0
 - Laptop Synchronization: [empty field]
 - Buttons: Refresh, Reset Equipment, Apply
- IP Settings:**
 - IDU Public IP Address: 10.39.240.40
 - IDU IP Mask: 255.255.255.0
 - IDU Default Gateway: 10.39.240.33
 - Buttons: Refresh, Apply
- Software Upgrade:**
 - IDU Sw active version: 5.0.31.10
 - IDU Sw standby version: 5.0.31.9
 - Software File: [empty field]
 - Buttons: Refresh, Browse, Upload, Switch
- Configuration Restore:**
 - Configuration File: [empty field]
 - Buttons: Browse, Restore

IMAGEN 38 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

Anexo VII. Conectarnos a una Radio de Nokia Siemens con Flexipacket

Método 1

Necesario haber instalado el programa Flexipacket Commissioning Tool [Anexo IV](#)

Cuidado con los puertos de nombre "ODU Cable". Estos puertos sacan tensión y si no se pone un equipo que no admita corriente se puede romper

1. Conectaremos la Radio a cualquier número de puerto con el nombre "ODU Cable" del Power Injector. El ordenador lo conectaremos al mismo número de puerto, pero con el nombre "IDU Cable".



IMAGEN 39 POWER INJECTOR

2. Mientras se enciende la radio deberemos de ir cambiando la IP a nuestro ordenador. La ip de la radio es 192.168.255.3/24 por lo que nuestra ip deberá de ser 192.168.255.4/24, por ejemplo. En el [Anexo IV](#) elegiremos la 3ª opción 192.168.255.4
3. Ejecutaremos el Flexipacket Commissioning Tool y en "Equipment" seleccionaremos "FPR", en "Operation Mode" lo dejaremos en "Advanced" y desactivaremos la casilla que pone "Demonstration". Pulsaremos "Next".

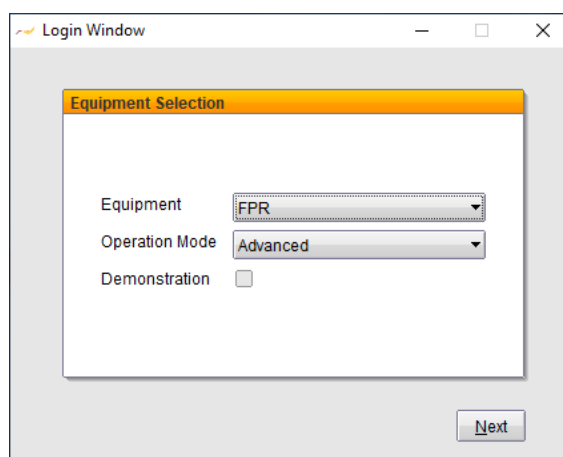
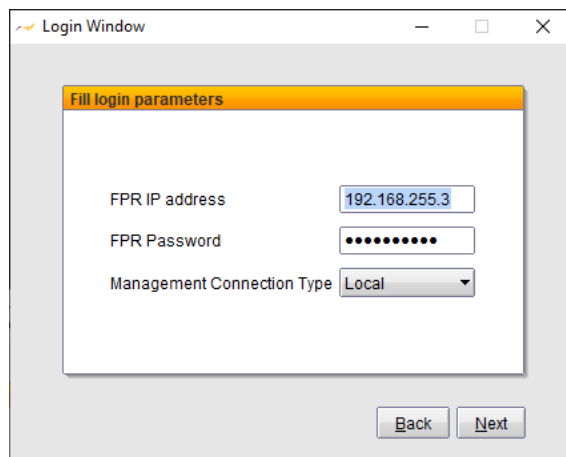


IMAGEN 40 VENTANA DE SELECCIÓN DE EQUIPO

4. En la IP de la radio pondremos 192.168.255.3. Lo demás lo dejamos como está y pulsamos en "Next".



The image shows a 'Login Window' dialog box with a title bar containing a yellow icon, a minus button, a maximize button, and a close button. The main area has a yellow header labeled 'Fill login parameters'. Below this, there are three input fields: 'FPR IP address' with the value '192.168.255.3', 'FPR Password' with a masked password '.....', and 'Management Connection Type' with a dropdown menu set to 'Local'. At the bottom right, there are two buttons: 'Back' and 'Next'.

IMAGEN 41 VENTANA DE SELECCIÓN DE LA IP DEL EQUIPO

5. En la siguiente ventana desmarcaremos la opción "Add PC IP address" y pulsaremos en "Connect".
6. Si todo ha salido bien, deberíamos de ver la siguiente ventana:

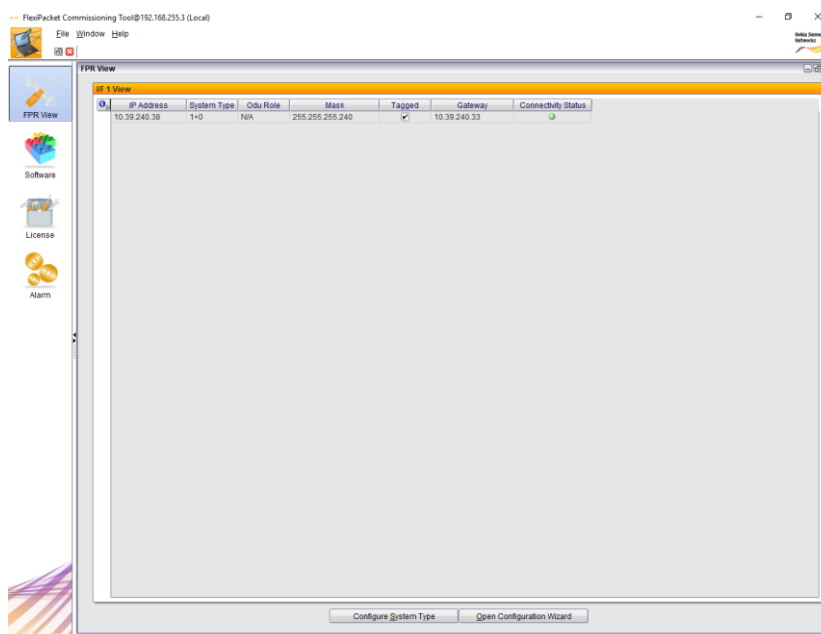


IMAGEN 42 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

Método 2

Es necesario saberse la IP de la ODU

*Este método funciona cuando la IDU ya tiene guardada la ODU en su configuración, ver [Anexo X](#) *

1. Conectamos nuestro ordenador al puerto 8 del equipo Nokia Siemens 1200 en el que esté nuestra ODU configurada.
2. Nos ponemos en el rango de IP de la ODU.
3. Escribimos la IP de la radio en el navegador. Se nos descargará un archivo que ejecutaremos con Java 6. Aceptaremos todas las advertencias de seguridad que nos salgan.
4. Nos pedirá usuario y contraseña
 - Usuario: admin
 - Contraseña: sysmanager
5. Cuando iniciemos sesión ya nos habremos conectado a la radio.

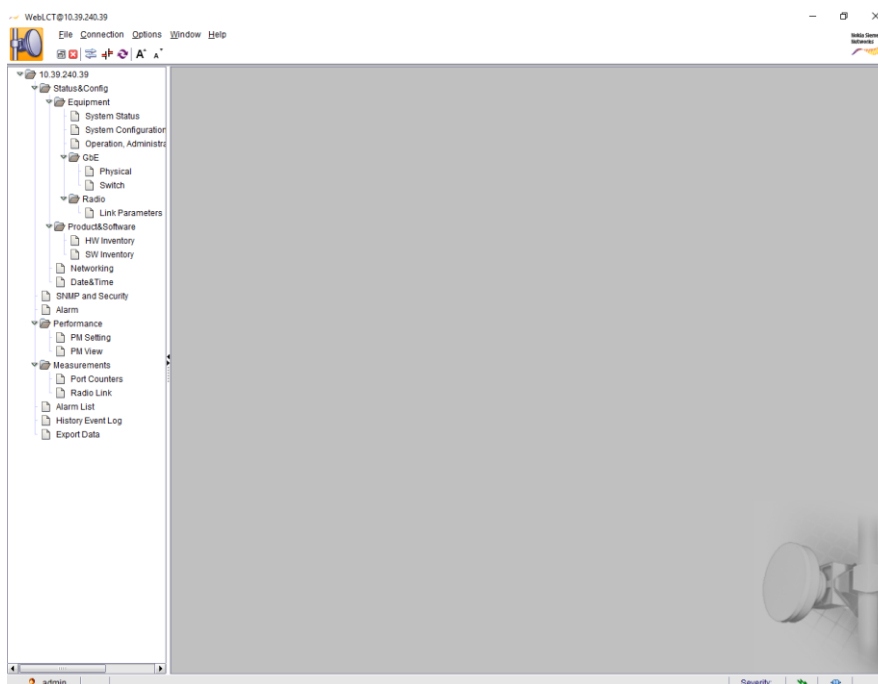


IMAGEN 43 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

Anexo VIII. Configurar una radio

Método 1:

Necesario haber hecho los pasos del [Anexo VII Método 1](#)

1. Pulsaremos en Open Configuration Wizard para abrir el configurador de la radio

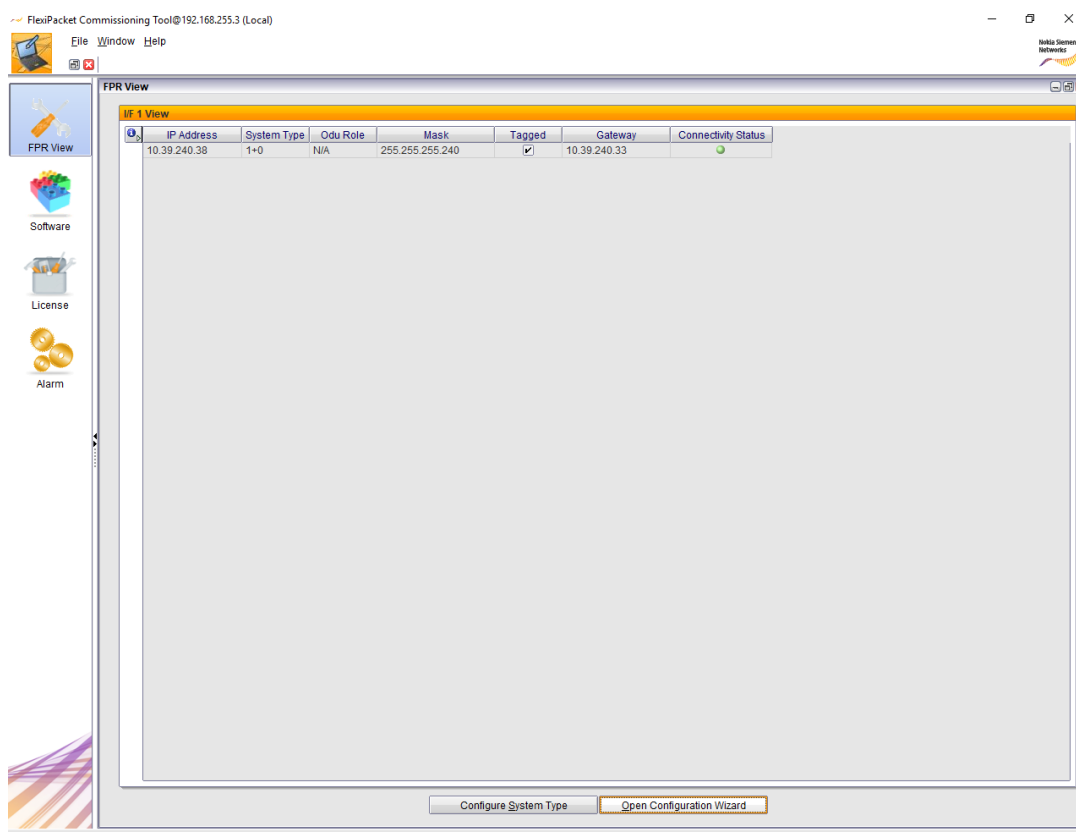


IMAGEN 44 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

2. Nos aparecerá la siguiente ventana:

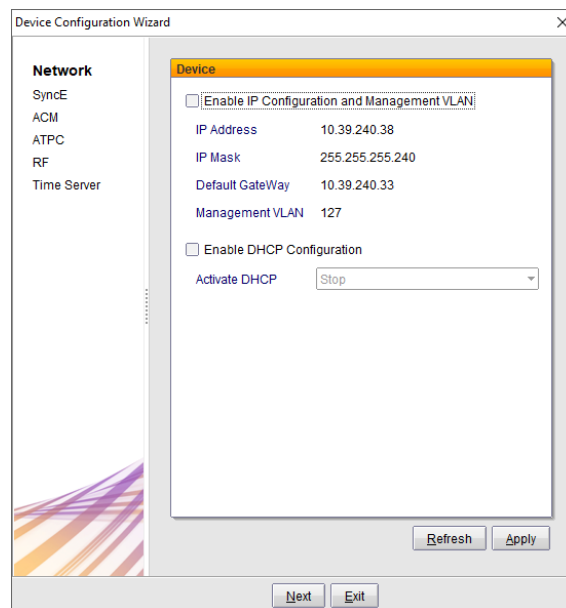


IMAGEN 45 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE NETWORK

Para cambiar los ajustes de la ventana es necesario marcar cada cuadro y después cambiar los valores que se quieran cambiar.

- IP Address: IP de la radio
- IP Mask: Máscara de red
- Default Gateway: las dos radios deben de tener mismo Gateway
- Management VLAN: 127. Este valor es necesario para hacer un control desde fuera del enlace.
- Activate DHCP: Stop. No se quiere que las radios cojan una IP por DHCP.

3. Siguiente ventana:

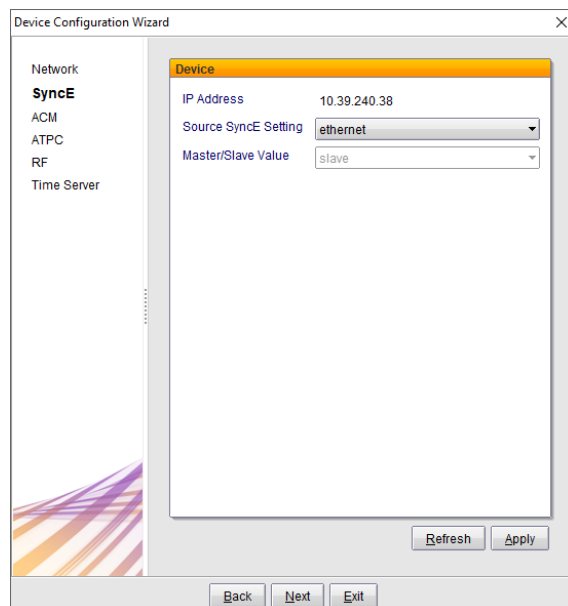


IMAGEN 46 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE SYNCÉ

Aquí se configura la sincronización del reloj del equipo, en nuestro caso no es importante ya que no se tiene una red extensa.

4. Siguiendo ventana:

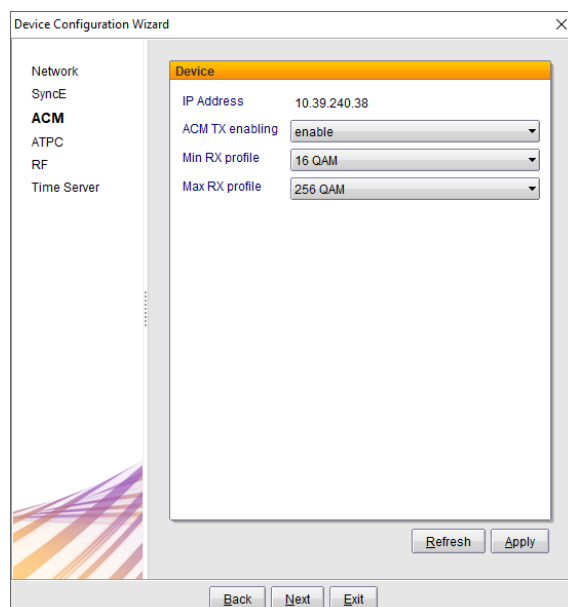


IMAGEN 47 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE ACM

En esta ventana se configura la modulación adaptativa.

5. Siguiendo ventana:

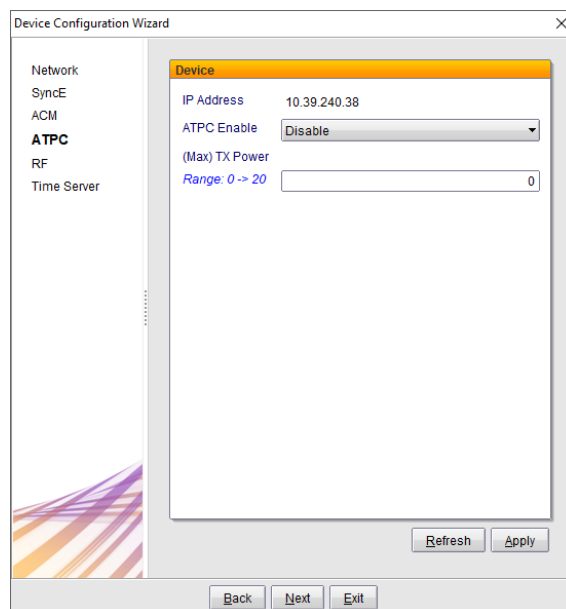


IMAGEN 48 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE ATPC

En esta ventana se configura el control automático de ganancia

6. Siguiendo ventana:

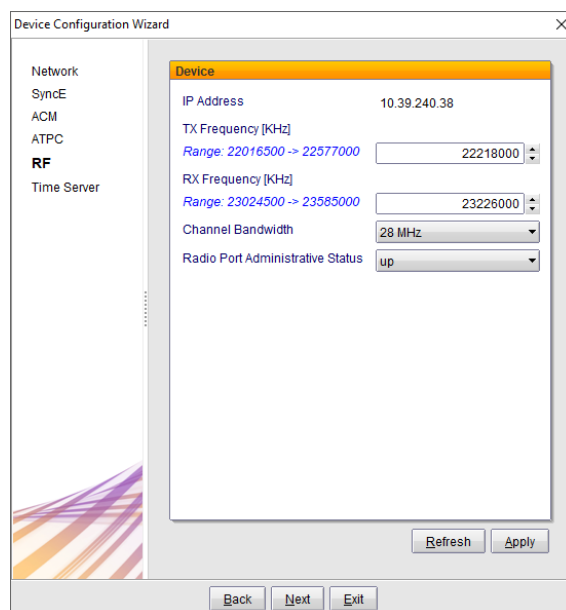


IMAGEN 49 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE RF

Aquí se configuran las frecuencias de transmisión y recepción, así como el estado del puerto de radio y el ancho de banda del canal.

7. Siguiendo ventana:

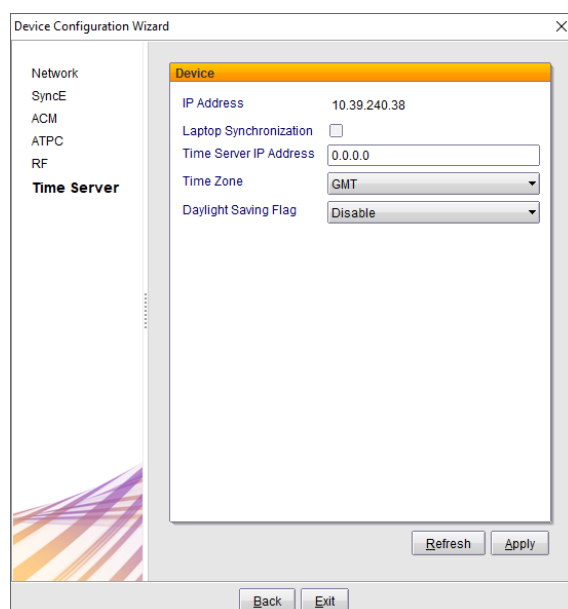


IMAGEN 50 VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE TIME SERVER

En esta ventana tenemos la configuración para sincronizar la fecha.

Método 2:

Necesario saberse la IP de la radio

Conectarse según el [Anexo VII Método 2](#)

1. Para cambiar la configuración del radioenlace, en el árbol de la izquierda de la pantalla, hacer clic en “Link Parameters”

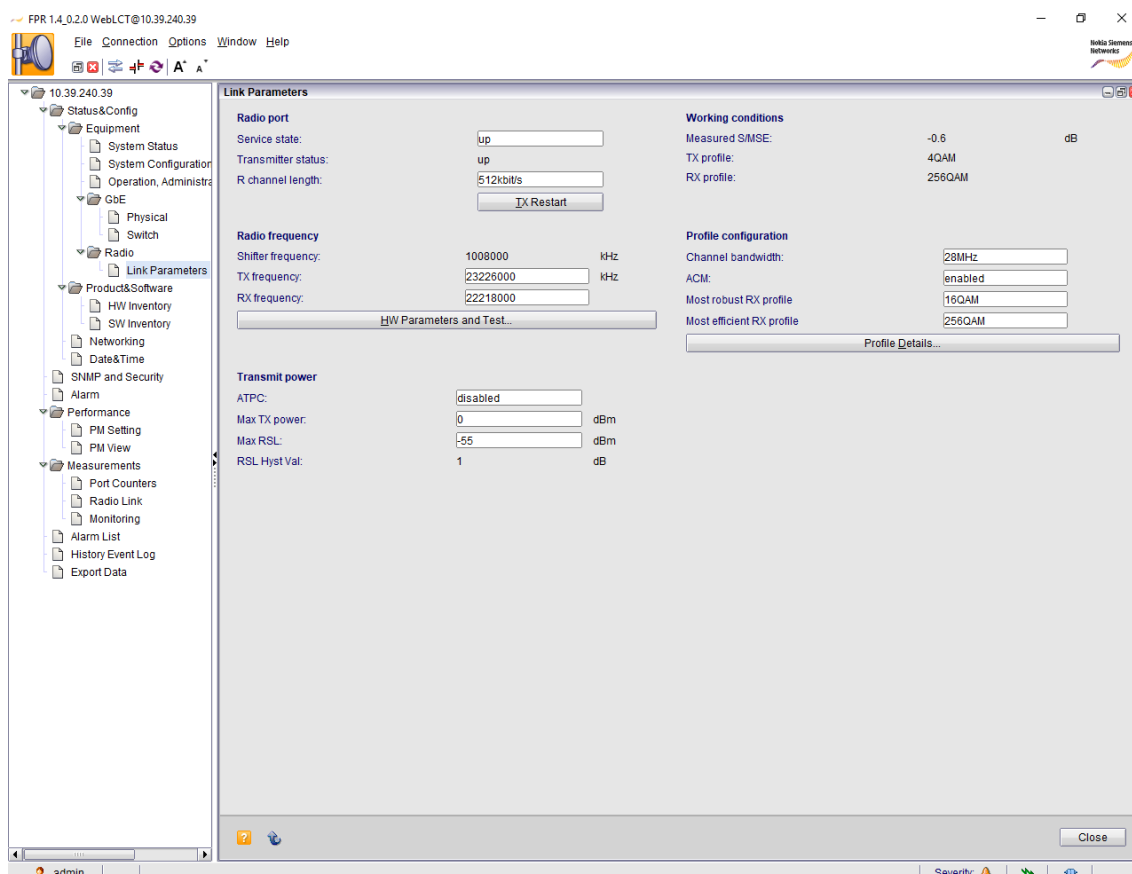


IMAGEN 51 VENTANA DE CONFIGURACIÓN LINK PARAMETERS

Anexo IX. Configurar el equipo Nokia Siemens FPH 1200

Necesario haber instalado el programa Flexipacket Commissioning Tool [Anexo III](#)

Necesario haber hecho los pasos del [Anexo V](#)

1. En la ventana principal se configura lo básico y lo necesario:

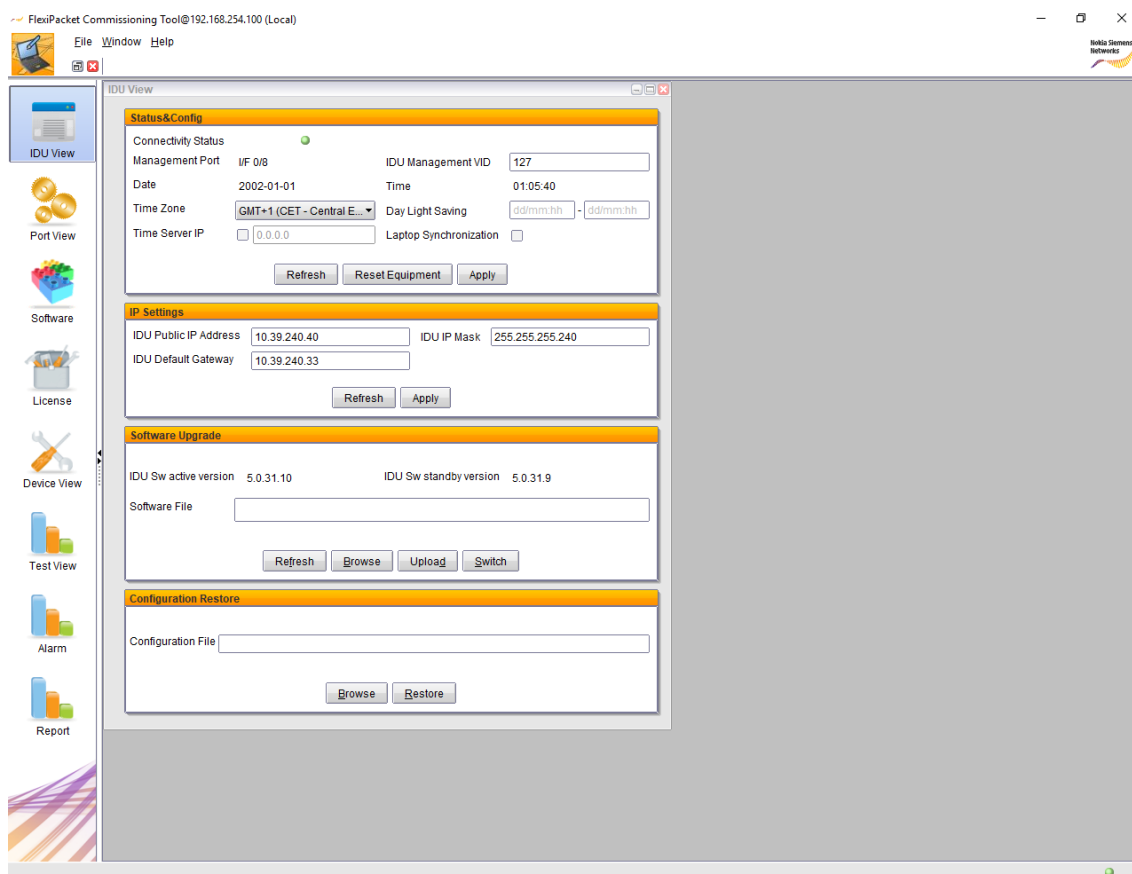


IMAGEN 52 VENTANA PRINCIPAL DEL EQUIPO

En el campo IP Settings se puede cambiar la IP del equipo y en el campo Status%Config la fecha y hora y la VLAN de Management

Anexo X. Añadir una ODU a la IDU

Necesario haber instalado el programa Flexipacket Commissioning Tool [Anexo III](#)

Necesario haber hecho los pasos del [Anexo V método 2](#)

1. Conectaremos un cable desde el Power Injector IDU Cable hasta un puerto libre del equipo Nokia Siemens 1200. Luego conectaremos un cable desde el ODU Cable hasta la ODU.
2. Vamos a las propiedades del adaptador de ethernet:

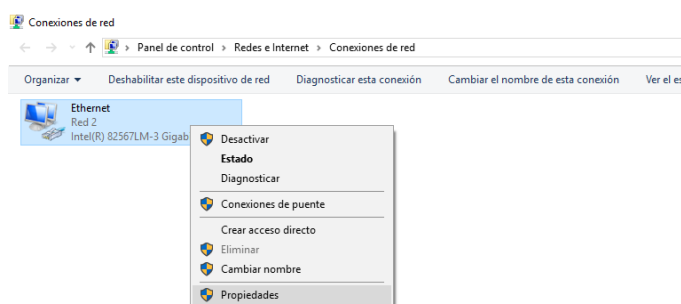


IMAGEN 53 VENTANA DE LOS ADAPTADORES DE RED EN WINDOWS

3. Ahora iremos a las propiedades del Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)

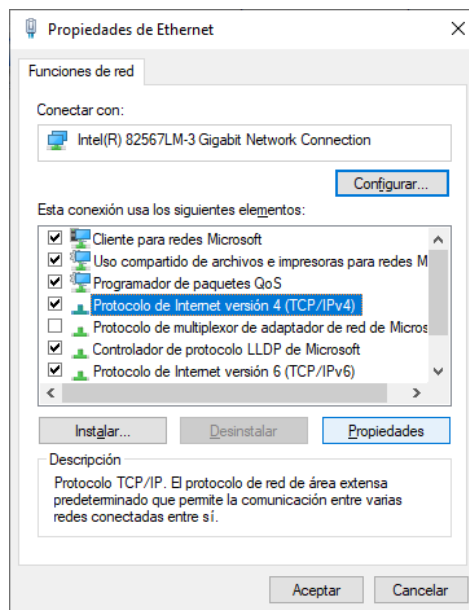


IMAGEN 54 PROPIEDADES DE ETHERNET

4. Pondremos la siguiente configuración:
 - Dirección IP: 10.39.240.33
 - Máscara de subred: 255.255.255.0
5. Pulsamos en "Opciones avanzadas" y agregaremos una dirección IP y una puerta de enlace:
 - Dirección IP: 192.168.255.101
 - Máscara de subred: 255.255.255.0
 - Puerta de enlace: 192.168.255.1
 - Métrica: automática

Deberá quedar como en la siguiente imagen:

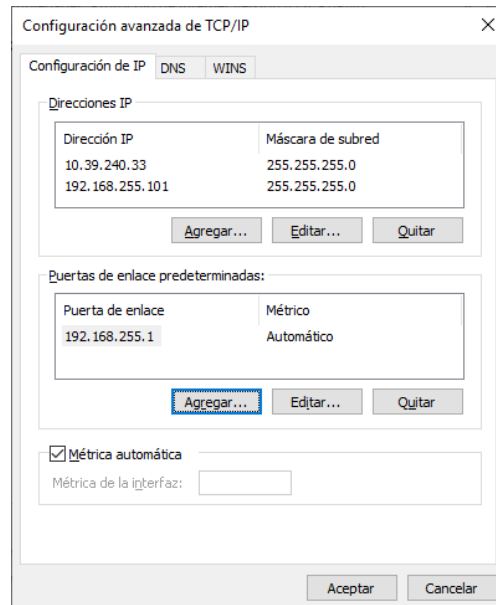


IMAGEN 55 CONFIGURACIÓN AVANZADA DE TCP/IP

6. Aceptamos los cambios introducimos y vamos al programa FlexiPacket Commissioning Tool
7. Vamos a la pestaña de Port View. En esta pestaña seleccionaremos el puerto al que nuestra ODU está conectada y pulsaremos sobre "Add Device".

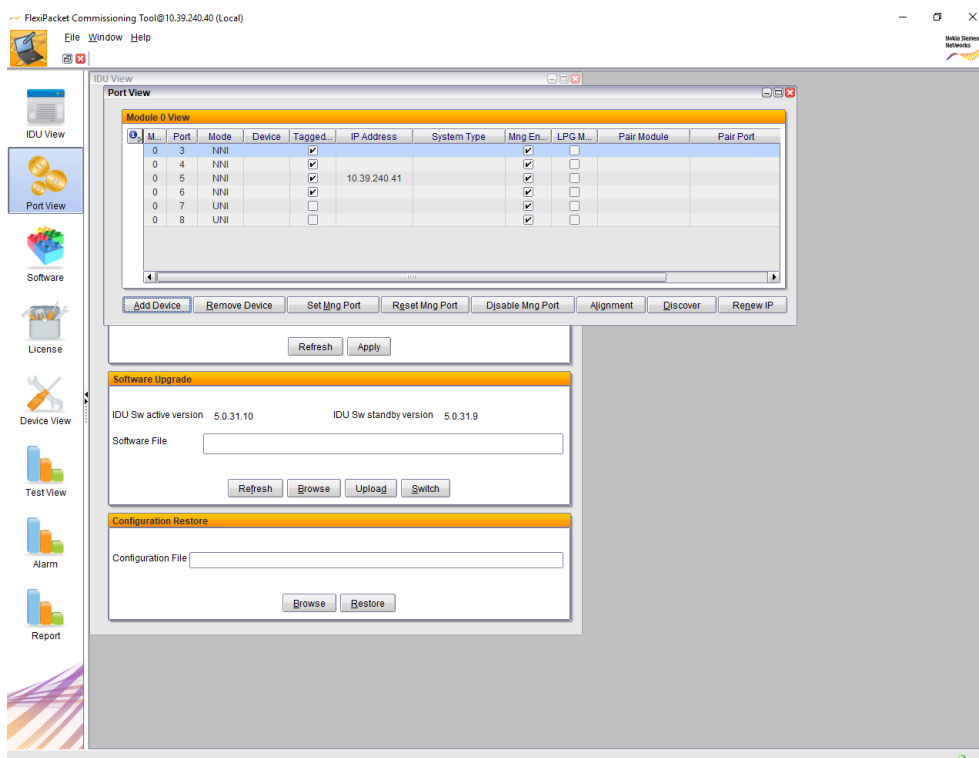
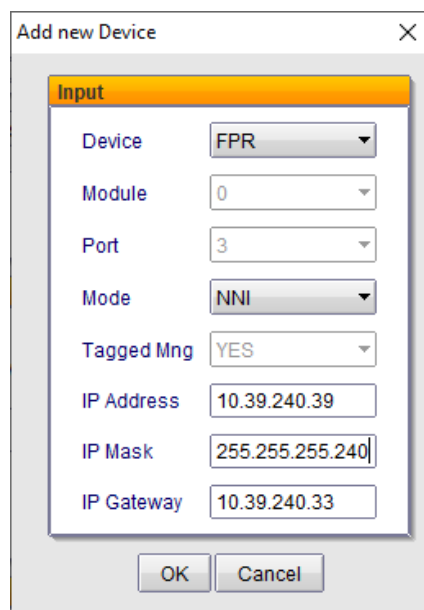


IMAGEN 56 PORT VIEW DEL EQUIPO

8. Nos aparecerá la siguiente ventana. La rellenaremos de la siguiente manera:

- Device: FPR
- Mode: NNI
- IP Address: la IP de la ODU
- IP Mask: la máscara IP de la ODU
- IP Gateway: el Gateway por defecto de la ODU

Una vez rellenada la tabla, pulsamos en ok y esperamos hasta que la radio se haya añadido satisfactoriamente.



Dialog box titled "Add new Device" with a close button (X). It contains an "Input" section with the following fields:

- Device: FPR (dropdown)
- Module: 0 (dropdown)
- Port: 3 (dropdown)
- Mode: NNI (dropdown)
- Tagged Mng: YES (dropdown)
- IP Address: 10.39.240.39 (text box)
- IP Mask: 255.255.255.240 (text box)
- IP Gateway: 10.39.240.33 (text box)

Buttons: OK, Cancel

IMAGEN 57 VENTANA PARA AÑADIR NUEVA RADIO

9. Aparecerá el color verde en "Connectivity Status" en el puerto de la ODU recién añadida

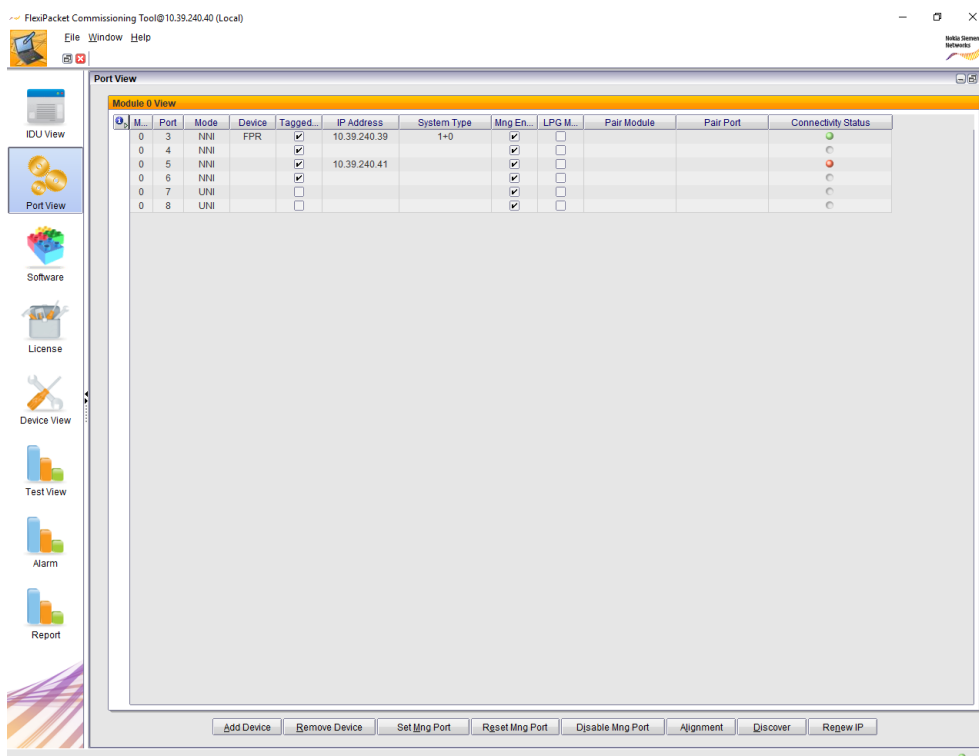


IMAGEN 58 VENTANA PORT VIEW CON RADIO AÑADIDA

Índice de figuras

Imágenes

Imagen 1 Tejado de los Tejos con las dos antenas	5
Imagen 2 Radioenlace visto desde el Google Earth	11
Imagen 3 Haz del pasivo	12
Imagen 4 Esquema del cálculo del ángulo del pasivo respecto las antenas	13
Imagen 5 Equipo de fuerza	15
Imagen 6 Cableado del equipo de fuerza	15
Imagen 7 Equipamiento en el laboratorio	16
Imagen 8 Lugar de instalación del nuevo soporte	17
Imagen 9 Lugar de instalación de una antena	17
Imagen 10 Conector macho del cable UTP	18
Imagen 11 Conector hembra de la radio	18
Imagen 12 Parte del recorrido del cableado	19
Imagen 13 Antena B instalada	20
Imagen 14 Antena A instalada	20
Imagen 15 Pasivo instalado	21
Imagen 16 Antena B con el polímetro	22
Imagen 17 Pegatina de una radio	24
Imagen 18 Ventana de inicio de sesión	25
Imagen 19 Ventana de configuración de una radio de Nokia Siemens	25
Imagen 20 Link parameters	26
Imagen 21 Nokia siemens FPH 1200	31
Imagen 22 Power Injector	31
Imagen 23 Equipo de fuerza	32
Imagen 24 Disyuntor	33
Imagen 25 Equipo de fuerza	33
Imagen 26 Pantallazo ventana de instalación de Java 6	34
Imagen 27 Primera ventana del instalador	35
Imagen 28 Ventana de cambio de carpeta de destino del Commission Tool	35
Imagen 29 Ventana de selección del adaptador de red	37
Imagen 30 ventana del menu para seleccionar la IP del adaptador de red	38
Imagen 31 Nokia Siemens FPH 1200	39
Imagen 32 Ventana de selección del equipo	39
Imagen 33 Ventana de selección de la IP del equipo	40
Imagen 34 Ventana principal del equipo	40
Imagen 35 Nokia siemens FPH 1200	41
Imagen 36 Ventana de selección de equipo	41
Imagen 37 Ventana de selección de la IP del equipo	42

Imagen 38 Ventana principal del equipo	42
Imagen 39 Power Injector	43
Imagen 40 Ventana de selección de equipo	43
Imagen 41 Ventana de selección de la IP del equipo	44
Imagen 42 Ventana principal del equipo	44
Imagen 43 Ventana principal del equipo	45
Imagen 44 Ventana principal del equipo	46
Imagen 45 Ventana de configuración de Network	47
Imagen 46 Ventana de configuración de SyncE	48
Imagen 47 Ventana de configuración de ACM	48
Imagen 48 Ventana de configuración de ATPC	49
Imagen 49 Ventana de configuración de RF	49
Imagen 50 Ventana de configuración de Time Server	50
Imagen 51 Ventana de configuración Link Parameters	51
Imagen 52 Ventana principal del equipo	52
Imagen 53 Ventana de los adaptadores de red en Windows	53
Imagen 54 Propiedades de Ethernet	54
Imagen 55 Configuración avanzada de TCP/IP	55
Imagen 56 Port View del equipo	56
Imagen 57 Ventana para añadir nueva radio	57
Imagen 58 Ventana port View con radio añadida	57

Tablas

Tabla 1 Tablas con los resultados a rellenar	27
--	----

Ecuaciones

Ecuación 1 Condición de reflexión	11
Ecuación 2 Haz del pasivo	11
Ecuación 3 Haz de la antena	11
Ecuación 4 Condición de campo lejano	12
Ecuación 5 Cálculo del área efectiva	12
Ecuación 6 Teorema del coseno	13

Bibliografía

- [1] "radioenlace | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE." <https://dle.rae.es/radioenlace> (accessed May 29, 2021).
- [2] Diapositivas 208-221 del tema 3 de la asignatura de Fundamentos de redes inalámbricas del grado de Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación de la Universidad Pública de Navarra.